ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 8 DÉCEMBRE 1919.

PRÉSIDENCE DE M. Léon GUIGNARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse ampliation du Décret qui porte approbation de l'élection que l'Académie a faite de M. **Walcott** pour occuper la place d'Associé étranger vacante par le décès de M. *E. Metchnikoff*.

Il est donné lecture de ce Décret.

NÉCROLOGIE. — *Notice nécrologique sur le Professeur R. Lépine, Correspondant de l'Académie des Sciences*, par M. A. **Laveran**.

Le professeur Lépine (Jacques-Raphaël), né à Lyon le 6 juillet 1840, est mort à Menton le 17 novembre dernier; sa carrière médicale a été très belle.

En 1860, R. Lépine est interne des hôpitaux de Lyon et, en 1865, interne des hôpitaux de Paris; il a la bonne fortune d'avoir pour maîtres Lorain et Charcot.

En 1870, il passe sa Thèse de doctorat et fait campagne avec les ambulances de l'armée de l'Est. Rentré à Paris après la guerre, il devient chef de clinique de la Faculté de Médecine. En 1874, il concourt avec succès pour le Bureau central des hôpitaux de Paris et, en 1875, pour l'agrégation de la Faculté.

Dès 1877, à l'âge de 37 ans, Lépine est nommé professeur de clinique médicale à la nouvelle Faculté de Médecine de Lyon, fonctions qu'il remplit, avec un grand succès, jusqu'à sa mise à la retraite, en 1910, c'est-à-dire pendant 33 ans.

R. Lépine était Correspondant de notre Académie, dans la Section de Médecine et de Chirurgie, depuis 1887, et Membre associé de l'Académie de Médecine depuis 1896; il était officier de la Légion d'honneur.

R. Lépine était, en même temps qu'un excellent clinicien, un physiologiste très distingué; il avait été l'élève de Brown-Séquard et de Ludwig; devenu professeur de clinique médicale, il ne cessa pas de fréquenter le laboratoire et d'expérimenter sur les animaux toutes les fois que la chose était utile. Plusieurs de ses travaux les plus intéressants se rapportent à la Physiologie expérimentale.

Les publications de Lépine sont très nombreuses, je serai obligé de m'occuper seulement des plus importants de ces travaux qui ont trait au système nerveux, aux maladies de la nutrition, à la sécrétion urinaire et à l'étude du diabète sucré.

1° *Travaux concernant la physiologie et la pathologie du système nerveux.* — Claude Bernard avait découvert que l'excitation de la corde du tympan faisait dilater les vaisseaux de la glande sous-maxillaire; on soupçonnait dans d'autres régions l'existence de nerfs vaso-dilatateurs, mais on n'en avait mis aucun en évidence quand Lépine montra, en 1870, que l'excitation du bout périphérique des nerfs hypoglosse et glosso-pharyngien de la grenouille produisait immédiatement une rougeur intense de la moitié correspondante de la langue. Cette expérience fut reproduite par Vulpian, chez le chien, avec succès.

Dans le domaine des phénomènes vaso-moteurs, Lépine a étudié encore les hémiplégies réflexes d'origine pleurale ou pulmonaire.

En 1875, dans sa Thèse d'agrégation, Lépine a très bien exposé la question des localisations cérébrales motrices, en ajoutant un certain nombre de faits anatomo-cliniques nouveaux à ceux déjà connus, tendant à démontrer l'existence chez l'homme d'une région corticale motrice. On lui doit surtout d'avoir démontré que l'électrisation du gyrus post-frontal produit, chez le chien curarisé : une élévation de la tension vasculaire, une forte dilatation des vaisseaux des pattes du côté opposé et une faible dilatation des vaisseaux des pattes du côté correspondant.

2° *Travaux sur la nutrition et sur la sécrétion urinaire.* — Lépine a étudié avec soin les phénomènes qui accompagnent l'inanition, laquelle représente, comme il le dit, la plus simple de toutes les maladies générales; ses recherches ont porté spécialement sur la composition des urines dans une série de maladies : excrétion de l'acide phosphorique (phosphates alcalins

et terreux) dans ses relations avec l'état nerveux, notamment dans l'épilepsie, soufre incomplètement oxydé, alcaloïdes toxiques de l'urine; il conclut que la meilleure manière de déterminer la toxicité d'une urine consiste à l'injecter en nature, opinion déjà émise par le professeur Bouchard.

3° *Travaux sur le diabète sucré.* — Lépine a publié, de 1889 à 1909, un grand nombre de travaux sur le diabète sucré qui sont réunis dans son remarquable Ouvrage intitulé : *Le Diabète sucré*, paru en 1909. Les chapitres les plus intéressants de ce livre sont ceux qui concernent la glycogénie et la glycolyse.

L'importance des propriétés glycogéniques du foie découverte par Claude Bernard a été confirmée, mais il a été établi, d'autre part, que tous les organes sont plus ou moins capables de faire du sucre. Lépine et Metroz ont montré qu'ils donnent tous *in vitro*, pendant l'heure qui suit leur extraction, une proportion variable de sucre fermentescible, indépendamment des sucres non fermescibles ou *virtuels* qu'ils peuvent contenir. D'après Lépine et Boulud, ce qu'on a appelé avant eux le sucre du sang ne représente que la moitié de sa quantité totale, la plus grande partie se trouvant à l'état de combinaison plus ou moins stable dont il se dégage pour les besoins de la glycolyse fonctionnelle.

Lépine et Barral ont étudié l'influence de la sécrétion interne du pancréas sur la glycolyse; il résulte de leurs recherches que, chez les animaux dépancréatés, la glycolyse *in vitro* est, en général, moindre qu'à l'état normal.

L'oxygène étant incapable d'oxyder le sucre, il est très probable qu'un ferment doit intervenir, Lépine a proposé d'appeler *ferment glycolytique* le ferment capable de dédoubler le sucre. Un dernier Ouvrage qui s'imprime en ce moment a pour titre : *Le sucre du sang*.

L'enseignement clinique de Lépine à Lyon était très apprécié; les nombreux élèves qui l'ont suivi ont conservé le meilleur souvenir du maître excellent dont la mort a causé d'unanimes regrets. Le professeur R. Lépine a eu la consolation de voir son fils, le Dr Jean Lépine, arriver comme lui au professorat et occuper à la Faculté de Médecine de Lyon, avec beaucoup de succès, la chaire de Psychiatrie.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la stabilisation de l'acroléine* (IV). *Recherche de composés stabilisants contre la formation du disacryle.* Note de MM. **Charles Moureu, Charles Dufraisse** et **Paul Robin**.

L'acroléine brute, préparée et conservée avec les précautions indiquées précédemment [1], ne subit pas d'altération importante pendant plusieurs années. On a donc ainsi un moyen satisfaisant d'obtenir de l'acroléine stable.

Nous avons cependant jugé utile de poursuivre ces expériences et de tâcher de réaliser, à volonté, la stabilisation d'un échantillon quelconque d'acroléine.

Les recherches bibliographiques ne nous ont fourni aucune indication susceptible de guider de semblables études. Une seule voie s'ouvrait à nos investigations : rechercher à quelles substances l'acroléine brute devait sa stabilité, ce qui revenait à analyser le mélange des produits résultant, avec l'acroléine, de la déshydratation de la glycérine en présence du bisulfate de potasse et à rechercher lesquels de ces produits jouissaient du pouvoir stabilisant.

Ce mélange est très complexe, et, quoique nous n'ayons pas encore élucidé entièrement sa composition, nous avons réussi à y mettre en évidence la présence de différents composés, dont l'étude est en cours, et à en isoler d'autres, dont l'un nous a mis sur la piste de toute une classe de substances stabilisantes.

I. *Méthode d'analyse immédiate mise en œuvre.* — Cette méthode a consisté en une longue série de fractionnements par distillation, pratiqués suivant une technique que nous avons imaginée et mise au point à cette occasion, et dont nous donnerons ici les grandes lignes.

Un manomètre différentiel spécial, qui sera décrit ultérieurement, permettait de réaliser rigoureusement la même pression à l'intérieur de l'appareil distillatoire pendant une série d'opérations. La précision ainsi obtenue, 15 fois supérieure à celle que peut donner le manomètre ordinaire à mercure, a facilité dans une large mesure la séparation des substances.

Cependant, l'analyse n'aurait pu être utilement poussée bien loin avec la seule considération de la température d'ébullition. Nous avons eu recours, en outre, à la mesure de la densité et de l'indice de réfraction. En prenant la valeur de ces deux constantes physiques pour les différentes fractions, on observait, d'un groupe à l'autre, des variations tantôt dans un sens, tantôt en sens contraire : il apparaissait ainsi des maxima et des minima, dont chacun correspondait vraisemblablement à un composé défini. On poursuivait alors la purification de ce composé en se guidant sur la

---

[1] Voir Ch. Moureu et A. Lepape, *Comptes rendus*, t. 169, 1919, p. 705 et 885.

propriété caractéristique qui en avait décelé la présence. Nous estimions avoir atteint le terme de la purification par distillation quand, le liquide étant réparti par rectification lente en trois portions, le point d'ébullition, la densité et l'indice de réfraction étaient sensiblement identiques pour les trois portions.

La sûreté de notre méthode s'est affirmée dans la pratique. Nous nous bornerons à indiquer qu'elle nous a permis de reconnaître avec certitude la présence de quatre composés définis dans une portion passant en 10° seulement (75°-85° sous 3mm-4mm) et qu'elle nous a permis d'obtenir directement, par simple rectification, *deux d'entre eux à l'état cristallisé* (phénol ordinaire et un composé de constitution encore inconnue).

Voici, à titre d'exemple, un Tableau montrant comment on peut déceler la présence de certains corps. Ce Tableau concerne une huile préalablement privée d'acides, ayant déjà subi plusieurs fractionnements et dont les portions successives ont été finalement recueillies de 5° en 5° (pendant les fractionnements ultérieurs, on a observé de nouveaux maxima ou minima de l'indice de réfraction ou de la densité).

	Points d'ébullition.	N_D à 20°.	Densités à 20°.
Pression : 13mm-14mm.			
Produits de tête	0°-59°	1,4565	1,0489
	59-65	1,4616	1,1027
Produit à densité élevée	65-70	1,4650	1,1328
	70-75	1,4686	**1,1465**
	75-80	1,4793	1,1448
Produit à densité faible	80-85	1,4960	1,1278
	85-90	1,5112	1,1104
	90-95	1,5220	**1,0972**
Pression : 3mm-4mm.			
Produit à indice élevé	60-65	1,5220	**1,0996**
	65-70	1,5282	1,1009
	70-75	1,5318	1,1028
	75-80	**1,5332**	1,1030
	80-85	1,5310	1,1030
	85-90	1,5290	1,1067
	90-95	1,5250	1,1124
	95-100	1,5172	1,1192
Produit à indice faible	100-110	1,5126	1,1332
	110-115	**1,5110**	1,1427
	115-120	1,5147	1,1468
	120-125	1,5209	1,1519
	125-130	1,5335	1,1627
Produit à indice élevé	130-135	1,5335	1,1656
	135-140	1,5428	1,1784
	140-145	**1,5455**	1,1871
	145-150	1,5390	»

Ayant reconnu la présence d'acides et de composés phénoliques, nous avons recherché ces substances par les méthodes classiques.

2. *Résultats.* — Seules les fractions présentant des propriétés stabilisantes pour l'acroléine ont été l'objet d'une étude approfondie.

Voici les principaux produits que nous avons obtenus.

A. Une huile passant entre 55° et 60° sous 13^{mm} et caractérisée par un maximum d'indice de réfraction $N_{D\,20^\circ} = 1,4624$ et par une densité $D_{20^\circ} = 1,060$.

B. Une huile passant de 60° à 62° sous 13^{mm} et caractérisée par un minimum d'indice de réfraction $N_{D\,20^\circ} = 1,4592$ et par une densité $D_{20^\circ} = 1,128$.

C. Une huile passant de 73° à 75° sous 13^{mm} et caractérisée par un maximum de densité $D_{20^\circ} = 1,1472$.

D. Du phénol ordinaire [1], obtenu à l'état cristallisé à partir d'une huile bouillant à 75°-80° sous 3^{mm}-4^{mm} et caractérisée par un minimum de densité $D_{20^\circ} = 1,0979$ et un indice élevé $N_{D\,20^\circ} = 1,5311$.

E. Un composé cristallisé (F. = 103°-106°), extrait d'une huile bouillant à 80°-85° sous 3^{mm}-4^{mm} et caractérisée par un maximum d'indice $N_{D\,20^\circ} = 1,5334$. La semi-carbazide fournit avec ce corps des écailles nacrées, très peu solubles dans l'alcool même bouillant et fondant vers 315° (fusion instantanée).

On remarquera que la température d'ébullition de ce corps, sous la pression de 3^{mm}-4^{mm}, est très inférieure à son point de fusion.

F. Une huile bouillant à 80°-81° sous 3^{mm} et fournissant, avec la semi-carbazide, une substance cristallisée, soluble dans l'alcool chaud (fusion instantanée 285°); l'hydroxylamine donne également un composé cristallisé (fusion 133°-135°).

G. Une huile de même point d'ébullition que la précédente, mais ne réagissant ni sur l'hydroxylamine ni sur la semi-carbazide.

H. Une huile caractérisée par un minimum de l'indice de réfraction $N_{D\,20} = 1,5077$.

I. Une huile caractérisée par un maximum de l'indice $N_{D\,20} = 1,5530$.

J. De l'acide benzoïque.

K. Un mélange d'acides volatils dont les points d'ébullition varient comme ceux de la série des acides gras, qu'ils rappellent, du reste, par leurs propriétés organoleptiques. La portion 160°-190° (pression normale) a été étudiée avec un soin particulier, et nous avons de fortes raisons de penser qu'elle est constituée par le mélange des acides butyriques, valériques et caproïques.

H. Un mélange de composés phénoliques, dont la composition n'a pas été encore étudiée.

3. Recherche du pouvoir stabilisant contre la formation du disacryle. — 1° *La notion de durée excédante de limpidité.* — Des proportions variables du produit soumis à l'essai étaient ajoutées à de l'acroléine pure, récemment

---

(1) Postérieurement à l'exécution de ce travail, nous nous sommes aperçus que Linnemann et Zotta (*Lieb. Ann. sup.*, t. 8, p. 254) avaient obtenu du phénol ordinaire en déshydratant la glycérine par le chlorure de calcium. Mais ces auteurs n'ont pas aperçu les propriétés stabilisantes du phénol.

distillée et limpide. On notait le temps au bout duquel apparaissait le premier louche dû à la précipitation du disacryle dans un échantillon témoin, conservé sans addition d'aucune substance, et dans les divers autres échantillons mis en observation. Le laps de temps écoulé entre l'apparition du trouble dans le témoin et dans l'échantillon étudié était appelé *la durée excédante de limpidité* de cet échantillon.

Au sujet de cette notion de *durée excédante de limpidité*, qui a présenté une grande importance pour notre étude de la stabilisation, nous ferons les deux remarques suivantes :

a. La durée excédante de limpidité d'un échantillon d'acroléine stabilisée ne doit pas être confondue avec la durée de l'action stabilisante. Contrairement, en effet, à ce que l'on aurait pu croire *a priori*, l'action stabilisante continue à s'exercer avec une intensité soutenue même pendant la transformation en disacryle : dans une acroléine stabilisée, l'altération progresse toujours, mais avec une allure ralentie par rapport à celle d'un échantillon non stabilisé (1).

b. Si la mesure de la durée excédante de limpidité ne fournit aucune indication sur la durée de l'action stabilisante, elle procure, en revanche, des renseignements précieux sur l'intensité de cette action, et, par suite, sur l'activité des substances stabilisantes : plus tardive sera la première apparition du disacryle, plus lente sera la marche générale de l'altération et plus actif sera le produit soumis à l'expérience. On a donc ainsi un moyen commode de comparer l'activité stabilisante de diverses substances.

2° *Action des acides*. — L'acide benzoïque est un stabilisant fort intéressant : employé à la dose de 1 à 2 pour 100, il peut déterminer une durée excédante de limpidité supérieure à six mois. Malheureusement son action n'est pas constante, et, bien que toujours appréciable, elle subit des variations notables suivant l'origine des échantillons d'acroléine.

De nombreux autres acides ont été essayés; aucun ne nous a donné de résultats comparables à ceux qui ont été obtenus avec l'acide benzoïque, quelques-uns même accélèrent l'altération.

---

(1) La stabilisation ne supprime pas l'altération en disacryle, elle en ralentit simplement la marche : c'est une « catalyse négative ». Nous admettons, en effet, que la formation du disacryle est continue dans tous les cas. S'il s'écoule un certain laps de temps avant l'apparition d'un précipité, cela tient, sans doute, soit à la solubilité du disacryle (qui n'est vraisemblablement pas nulle, bien qu'elle échappe à l'observation à cause de sa faible valeur), soit à la formation de solutions colloïdales, sans parler de la production possible de composés de condensation intermédiaires.

L'étude de l'action de cette catégorie de substances devra être reprise. Nous l'avons provisoirement abandonnée, en raison des bons résultats obtenus avec les composés phénoliques.

3° *Action des phénols.* — Le phénol ordinaire, qui a été trouvé par nous dans des fractions de distillation douées de l'action stabilisante, présente un intérêt particulier. Il nous a conduits, en effet, à la découverte des propriétés stabilisantes des corps possédant la fonction phénol. Son activité est relativement faible : à la dose de 1 pour 100 il ne prolonge la durée de limpidité que pendant quelques jours au delà de celle de l'échantillon témoin. Avec de plus grandes concentrations on obtient des effets plus marqués.

Il nous a paru qu'il n'y avait pas lieu, pour le moment du moins, d'étudier les autres composés phénoliques provenant de la préparation de l'acroléine, puisque, comme nous venons de le dire, tous les phénols sont doués de l'action stabilisante contre le disacryle.

PHYSIOLOGIE. — *Injections de gomme ou de plasma après hémorragie.* Note de M. Charles Richet.

M. Barthélemy a indiqué récemment que, par le procédé de Bayliss (injection d'eau gommée), il avait pu sauver des chiens auxquels une forte hémorragie avait été faite ([1]) et il conclut en disant que l'injection intraveineuse d'eau salée gommée est aussi efficace que la transfusion de sang.

Avec P. Brodin et Saint-Girons, j'étais arrivé à un résultat absolument différent, et je me crois autorisé à défendre les conclusions de notre Mémoire ([2]).

Nous avions établi que la quantité de sang qu'on peut retirer à un chien sans que la mort en soit la conséquence fatale est de 70 pour 100, et nous nous exprimions ainsi :

« Les thérapeutiques qui font vivre un chien quand la perte de sang est inférieure à 70 pour 100 ne peuvent guère être considérées comme efficaces, puisque, sans traitement, l'animal aurait peut-être survécu. Nous n'appellerons *efficaces* que les thérapeutiques qui permettront la survie après une perte supérieure ou égale à 70 pour 100. »

([1]) *La survie définitive des chiens saignés à blanc, obtenue par un moyen autre que la transfusion du sang* (*Comptes rendus*, t. 169, 1919, p. 1000).

([2]) *Survie temporaire et survie définitive après les hémorragies graves* (*Comptes rendus*, t. 167, 1918, p. 574).

Il semble donc qu'à un an de distance nous ayons, en quelque sorte, prévu par avance les objections de M. Barthélémy, puisqu'il saigne les chiens au-dessous de 70 pour 100, ce qui interdit toute conclusion ferme. Les cinq chiens (sur huit) qui ont survécu ont perdu des quantités de sang notablement inférieures à 70 pour 100 : c'est-à-dire 62, 62, 72, 59, 66 pour 100.

Ce sont là des pertes de sang trop faibles pour qu'on en puisse inférer quoi que ce soit. M. Barthélémy ne peut citer qu'un seul chien ayant perdu plus de 70 pour 100 de sang. Or, une expérience unique ne peut rien prouver, car l'évaluation de la quantité de sang que possède un animal est toujours assez arbitraire comportant une incertitude de 10, 15 et même parfois 20 pour 100.

Il est vrai que par la méthode de la perte de sang rapide et brusque que détermine l'ouverture de la carotide, les accidents sont très aigus, et que la syncope cardiaque et même l'arrêt respiratoire paraissent mettre en péril l'animal hémorragié. Mais dans ces cas toute thérapeutique devient efficace. La respiration artificielle, l'abaissement de la tête, la ligature de la carotide et l'injection simple d'eau salée, même en petite quantité, qu'elle soit gommée ou non, suffisent à rétablir très vite la vie.

Ce qui importe, ce n'est pas de combattre, comme l'a fait M. Barthélémy, la syncope cardiaque et l'arrêt respiratoires précoces sur des animaux ayant perdu moins de 70 pour 100 de leur sang, *c'est de permettre la survie définitive à des animaux ayant perdu plus de* 70 *pour* 100 *de leur sang*.

Or, par ses expériences, M. Barthélémy ne peut prouver cela, puisqu'il ne nous cite, sauf un cas, que des chiens ayant perdu des quantités de sang bien inférieures.

Nous avons fait avec les injections de gomme des expériences presque aussi nombreuses que celles de M. Barthélémy. Sur cinq chiens, il en est deux qui ont survécu; ils avaient perdu 48 et 55 pour 100 de leur sang. Les trois autres, ayant perdu 54, 60, 70 pour 100 de sang, sont morts.

Au contraire, grâce à des injections de plasma et de sérum, on peut faire survivre définitivement des animaux ayant perdu 80, 85, et même dans deux cas 92 et 93 pour 100 de leur sang : les injections salées ou gommées n'ont pas le même pouvoir.

Nous conclurons en disant que la question n'est pas du tout de faire vivre des animaux ayant perdu moins de 70 pour 100 de sang; car alors tout réussit; mais bien de faire vivre des animaux ayant perdu plus de 70 pour 100 de sang. Or, jusqu'à preuve du contraire, nous appuyant sur nos 75 expé-

riences, nous pensons que parmi les chiens ayant subi une hémorragie de plus de 70 pour 100 peuvent seuls survivre ceux à qui une injection de sérum, ou de plasma, ou de sang, a été faite.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur la chloruration du formiate et du chloroformiate de méthyle.* Note [1] de MM. V. GRIGNARD, G. RIVAT et ED. URBAIN.

L'étude de la chloruration progressive du formiate et du chloroformiate de méthyle a déjà été entreprise, d'une façon assez détaillée, en 1887, par Hentschel [2] qui, à côté d'erreurs importantes, a fait bon nombre d'intéressantes remarques. Plus récemment, cette étude a été reprise par MM. Kling, Florentin, Lassieur et Schmutz [3], en vue de la préparation du chloroformiate de méthyle monochloré, que Hentschel n'avait pu réussir à identifier convenablement. Ces savants ont précisé les conditions de préparation de ce corps et montré qu'il était, pratiquement, toujours associé à plus ou moins de chloroformiate de méthyle dichloré, à peu près inséparable dans les conditions habituelles.

Les recherches sommairement exposées dans la présente Note nous furent demandées lorsqu'il fut constaté que la méthode de chloruration, qui donnait dans d'excellentes conditions le mélange précédent, ne permettait pas d'atteindre le terme ultime de la réaction, c'est-à-dire le chloroformiate de méthyle trichloré, $ClCO^2CCl^3$. L'appareil employé comportait des chambres à chloruration en plomb, éclairées intérieurement par de puissantes lampes à incandescence, et la température de la réaction était, en général, de 140° à 150°. Dans ces conditions, il était à peu près impossible d'aller au delà d'une teneur en chlore de 65,5 pour 100, alors que le chloroformiate trichloré exige 71,7 pour 100.

Nous avons été conduits ainsi à reprendre l'étude complète de la chloruration en partant des matières premières, formiate ou chloroformiate de méthyle, et à examiner l'influence de la température, de la lumière et des agents catalytiques. Voici les constatations que nous avons pu faire :

I. Toute question de difficulté pratique mise à part, les résultats sont

---

(1) Séance du 24 novembre 1919.

(2) *J. für pr. Ch.*, 1887, p. 99, 209, 305, 468.

(3) *Comptes rendus*, t. 169, 1919, p. 1046.

les mêmes, que l'on parte du formiate ou du chloroformiate. Ceci est normal puisque, d'après Hentschel, le second corps est le premier terme de la chloruration du premier. Cependant les recherches de M. Delépine (comm. priv.) l'ont conduit à admettre qu'il se forme accessoirement, au début, du formiate de méthyle dichloré, HCO^2CHCl^2, composé particulièrement instable, surtout en présence de certains catalyseurs comme le fer. Nous avons reconnu que ce corps se transforme entièrement en dérivés du chloroformiate lorsqu'on pousse la chloruration plus loin.

II. *Influence de la lumière*. — Contrairement à l'affirmation d'Hentschel (*loc. cit.*, p. 100), il est possible à la lumière diffuse, même faible, de passer du chloroformiate de méthyle à son dérivé monochloré, à la condition toutefois d'opérer au début dans la vapeur légèrement surchauffée, vers 75° (le chloroformiate bout à 71°). Cette chloruration paraît présenter trois phases d'activité assez nettement délimitées : une phase de début, assez lente, qui correspond à la formation d'environ 15 pour 100 de chloroformiate monochloré; une phase moyenne de chloruration active qui s'étend jusqu'à 75 à 80 pour 100; enfin la phase finale dans laquelle la chloruration est d'autant plus paresseuse que l'on s'approche davantage de la saturation.

Lorsqu'on veut pousser la chloruration plus loin, il est nécessaire de faire appel à des radiations lumineuses plus puissantes. Hentschel avait recours à la lumière solaire qui conduit d'abord à un mélange des chloroformiates mono- et dichloré et permet d'atteindre aisément le dérivé trichloré, mais l'inconstance d'une telle source la rend inutilisable dans la pratique industrielle.

Les recherches de M. Kling et de ses collaborateurs ont montré que la chloruration sous l'influence de lampes à incandescence puissantes ne permet d'atteindre qu'avec une extrême lenteur le dernier terme de la réaction. Nous avons vérifié de notre côté que la lumière du bec Auer, riche surtout en radiations jaunes et vertes, donnait à peu près les mêmes résultats. Nous avons été ainsi conduits à utiliser les radiations ultraviolettes. Après avoir essayé efficacement l'arc au fer, nous avons adopté la lampe en quartz à vapeur de mercure.

Au laboratoire, on peut opérer dans un ballon en verre blanc ordinaire qui laisse passer les radiations de longueurs d'onde voisines de $0^{\mu},3$, c'est-à-dire que l'on se trouve placé, qualitativement tout au moins, dans les mêmes conditions qu'à la lumière solaire. Quand on part du formiate de

méthyle (éb. 36°), on commence la chloruration à 30° et l'on élève progressivement la température. Avec le chloroformiate (éb. 71°), on surchauffe un peu au début (par légère pression ou en laissant un pied de cuve), et, dans les deux cas, on maintient la température vers 80°. Il importe, pour éviter les explosions, de ne jamais envoyer le chlore avant d'avoir chauffé et irradié le liquide. Dans ces conditions, on obtient aisément des liquides titrant 69 à 71 pour 100 de Cl et contenant 80 à 90 pour 100 de chloroformiate trichloré.

III. *Influence de la température.* — Nous avions d'abord pensé qu'il n'y avait que des avantages à élever progressivement la température au fur et à mesure de l'enrichissement du liquide en Cl. Il n'en est rien.

Si, par exemple, on se maintient au voisinage de l'ébullition du mélange, on constate que la réaction se poursuit très régulièrement jusque vers 110°-112°; lorsqu'on atteint 113°-114°, il se produit un ralentissement notable et, vers 117°, il se dégage abondamment du phosgène dont la formation doit être attribuée au dédoublement du chloroformiate trichloré sous l'influence de la chaleur et des radiations ultraviolettes :

$$ClCOOCCl^3 = 2COCl^2.$$

Hentschel avait d'ailleurs observé que cette réaction était à peu près complète, dans les conditions ordinaires, au-dessus de 300°.

IV. *Influence des catalyseurs.* — Nous avons d'abord essayé de découvrir un catalyseur chimique de la réaction; nous avons expérimenté les chlorures de sulfuryle et de pyrosulfuryle, le perchlorure de fer, le chlorure d'antimoine, le chlorure de cuivre, le soufre.

Avec les perchlorures de fer et d'antimoine, il y a chloruration manifeste, puis décomposition, à partir d'une certaine concentration. C'est probablement le chloroformiate dichloré qui se détruit, car on a trouvé dans les produits de distillation des quantités notables de chloroforme, mais pas de tétrachlorure de carbone :

$$ClCOOCHCl^2 = CO^2 + CHCl^3.$$

Le soufre paraît permettre également d'atteindre ce même dérivé, sans le dépasser.

Nous avons, d'autre part, étudié l'influence des parois dans le cas de chaudières métalliques. Nous avons reconnu que le fer et le plomb, noyés dans le liquide, n'ont pas d'influence notable sur la réaction. Au contraire,

lorsqu'ils sont placés dans les vapeurs, ils donnent des perchlorures dont l'action destructrice est très nette. De plus, ces perchlorures se dissolvent dans le liquide et y continuent leur action, de sorte qu'il est difficile, sinon impossible, d'achever dans du verre ou du grès une chloruration commencée dans le plomb ou le fer.

Comme on pouvait s'y attendre d'ailleurs, ces actions catalytiques sont renforcées par la lumière.

V. *Chloruration dans le grès.* — Les résultats précédents nous ont conduits à adopter, pour la préparation en demi-grand du chloroformiate de méthyle trichloré, le dispositif suivant :

Sur la grande ouverture d'une jarre en grès, du type jarre à chlore, on mastique une cloche en verre blanc à parois assez minces ($1^{mm},5$ à 2^{mm}) formant un moufle dans lequel on introduit un brûleur Westinghouse-Cooper-Hewitt. Les deux autres tubulures portent le tube abducteur de Cl et l'appareil de condensation, en grès ou en quartz, s'il est à reflux. Dans ces appareils, on arrive aisément à obtenir des produits de densité 1,63 à 1,64 à la température ordinaire et titrant environ 70 pour 100 de Cl.

Dans la pratique, le chloroformiate préparé par l'action du phosgène sur l'alcool méthylique contient toujours du carbonate de méthyle. On obtient donc en réalité un mélange assez complexe de produits de chloruration.

Dans une prochaine Note, nous étudierons les corps que nous avons rencontrés au cours de ces recherches et dont plusieurs n'ont pas encore été décrits.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Académicien libre en remplacement de M. *Landouzy*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre de votants étant 64,

M. P. Janet	obtient.	24	suffrages
M. A. Robin	»	22	»
M. J. Breton	»	6	»
M. J. Renaud	»	5	»
M. M. d'Ocagne	»	4	»
M. P. Séjourné	»	3	»

Au second tour de scrutin, le nombre de votants étant 64,

M. P. Janet	obtient.	38 suffrages
M. A. Robin	»	25 »
M. M. d'Ocagne	»	1 suffrage

M. **Paul Janet**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Son élection sera soumise à l'approbation de M. le Président de la République.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Fr. Soddy, *Le Radium, interprétation et enseignement de la Radioactivité*, traduit de l'anglais par A. Lepape. (Présenté par M. Ch. Moureu.)

La réorganisation de l'industrie chimique en France, par Eugène et Paul Grandmougin.

M. **E. Gerards** adresse des remercîments pour la distinction que l'Académie a accordée à ses travaux.

Le directeur de l'**École des hautes études industrielles et commerciales de Lille** et MM. **J. Aumiot**, **Ch. Marie**, **A. Paillot**, **G. Raymond** adressent des remercîments pour les subventions qui leur ont été accordées sur la *Fondation Loutreuil*.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les ensembles réguliers de mesure nulle.* Note de M. G. Valiron.

M. Borel a appelé ensemble linéaire régulier tout ensemble linéaire qui peut être défini de la façon suivante : soit sur le segment $0-1$ une suite énumérable de points $A_1, A_2, \ldots, A_n, \ldots$ appelés points fondamentaux; à chaque entier q faisons correspondre une suite d'intervalles $\varphi(1, q)$, $\varphi(2, q)$, $\ldots$, $\varphi(n, q)$, $\ldots$ dont les longueurs (que nous désignerons par les

mêmes expressions) forment une série convergente et tels que l'intervalle $\varphi(n, q)$ renferme l'intervalle $\varphi(n-1, q)$ à son intérieur et tende vers A_n. Soit $E(q)$ l'ensemble des points intérieurs à l'un au moins des segments $\varphi(n, q)$, l'ensemble E des points intérieurs à tous les $E(q)$ constitue un ensemble régulier de mesure nulle (¹).

On peut montrer d'une façon très simple que lorsque la suite des points A_n est partout dense sur le segment $0-1$, tout point de ce segment est point de condensation de l'ensemble E, c'est-à-dire que tout segment ab pris sur $0-1$ renferme une infinité non dénombrable de points de E.

N étant un entier supérieur à 1, partageons le segment ab en $2N-1$ intervalles égaux, soit $I(p_1)$ l'intervalle de rang $2p_1+1$ lorsqu'on va de a à b. Dans chacun des intervalles $I(p_1)$ prenons le point A_n de plus petit indice, il est intérieur à un segment $\varphi(n, 1)$, soit $\delta(p_1)$ la partie de cet intervalle qui est intérieure à $I(p_1)$. Les N intervalles $\delta(p_1)$ sont extérieurs les uns aux autres et appartiennent à $E(1)$. Recommençons la même opération à partir de chaque intervalle $\delta(p_1)$, mais en utilisant les fonctions $\varphi(n, 2)$ au lieu de $\varphi(n, 1)$ et ainsi de suite. Au bout de la $q^{\text{ième}}$ opération nous aurons N^q intervalles sans parties communes appartenant à $E(q)$: désignons par $\delta(p_1, p_2, \ldots, p_q)$ celui de ces intervalles qui se déduit de $\delta(p_1, \ldots, p_{q-1})$ en utilisant l'intervalle de rang $2p_q+1$; $\delta(p_1, p_2, \ldots, p_q)$ est entièrement intérieur à $\delta(p_1, p_2, \ldots, p_{q-1})$ et sa longueur est moindre que $\frac{ab}{(2N-1)^q}$. Soit c un nombre compris entre 0 et 1 et écrit dans le système de base N, soit i_q son $q^{\text{ième}}$ chiffre après la virgule (i_q pouvant être constamment nul à partir d'une certaine valeur de q), la suite des intervalles correspondants $\delta(i_1, i_2, \ldots, i_q)$ est illimitée et tous ces intervalles ont en commun un point C qui leur est intérieur, donc qui appartient à E. A un nombre c' différent de c correspond un point C' distinct de C, car les développements de c et c' étant différents à partir d'un certain rang, les intervalles correspondants se sépareront à partir de ce rang q. La propriété énoncée est donc démontrée.

On peut modifier cette démonstration de façon à mettre en évidence la relation entre la décroissance des intervalles $\varphi(n, q)$ et la plus ou moins grande densité des points de l'ensemble E. On est conduit à considérer les ensembles pour lesquels la suite des nombres $\varphi(n, q)$ est non croissante

---

(¹) Voir Borel, *Les ensembles de mesure nulle* (*Bulletin de la Société mathématique*, t. 41, 1913, p. 1-19) et *Leçons sur les fonctions monogènes*, Chap. IV.

pour chaque valeur de q, on dira que ces ensembles sont définis *normalement*. La répartition des points fondamentaux joue aussi un rôle important, elle est caractérisée par les deux fonctions suivantes :

1° Le plus petit écart $d(n)$ des points A_m d'indice inférieur ou égal à n;

2° Le plus grand $n(x)$ des indices des points de moindre indice contenus dans les segments de longueur x placés arbitrairement sur $0-1$.

On a toujours $n\,d(n) \leqq 1$ et $xn(x) \geqq 1$. Il existe d'ailleurs des distributions pour lesquelles $n\,d(n) > m$ et $xn(x) < m'$, la plus simple correspond au cas où les points A_n sont les points à développement borné dans le système de base N. On dira que la répartition est *normale* (¹) lorsque les deux inégalités précédentes sont vérifiées.

Un ensemble régulier sera dit *normal* lorsque la répartition des points fondamentaux sera normale et que l'ensemble sera normalement défini.

Pour les ensembles normaux, on obtient un résultat particulièrement simple. Remplaçons dans $\varphi(n, q)$ le nombre q par une fonction croissante de n, à croissance aussi lente que nous voudrons, remplaçons n par hn, h étant un nombre fini dépendant des nombres m et m' introduits ci-dessus, et considérons la fonction $f(n) = \frac{1}{h'}\varphi[hn, q(n)]$, h' étant un entier supérieur à 7. Si l'on considère un second ensemble E′ ayant les mêmes points fondamentaux que l'ensemble E et défini par des intervalles $\psi(n, q)$ tels que chacun d'eux est intérieur à l'intervalle $\varphi(n, q)$ correspondant aux mêmes n et q et tels de plus que, quel que soit q, $\psi(n, q) \leqq f(n)$; l'ensemble E′ est évidemment intérieur à E et l'ensemble E — E′ des points de E n'appartenant pas à E′ admet tout point du segment $0-1$ pour point de condensation.

Par exemple, si E est défini par $\varphi(n, q) = \frac{1}{n^2+q}$, on pourra prendre pour définir E′

$$\psi(n, q) = \frac{1}{qn^2}.$$

Il résulte de là qu'il est légitime d'utiliser la fonction $\varphi(n, q)$ pour classer les ensembles de l'espèce considérée, à la condition de supposer que q est remplacé par une fonction croissante de n, l'ordre d'infinitude de $\frac{1}{\varphi(n, q)}$

(¹) Comparer la définition de M. Borel, article cité p. 11-13. Les deux conditions imposées à $d(n)$ et $n(x)$ sont complètement indépendantes.

écrit avec les notations de M. Borel pourra servir à caractériser l'ensemble. Mais cet ordre sera plus ou moins bien déterminé suivant la façon dont le paramètre q entre dans la fonction $\varphi(n, q)$, il sera par exemple mal déterminé si l'on prend

$$\varphi(n, q) = \frac{1}{nq}.$$

Il est clair que la méthode précédente s'applique au cas des ensembles à n dimensions réguliers et denses dans un domaine.

ÉLASTICITÉ. — *Solution élémentaire de la plaque rectangulaire encastrée, portant une charge uniformément répartie ou concentrée en son centre.* Note de M. **Mesnager**, présentée par M. Kœnigs.

I. On connaît la série trigonométrique, à coefficients A_{ij} tous de même signe, qui donne les déplacements verticaux w d'une plaque posée uniformément chargée. C'est pour une certaine charge

(1) $$w = \sum_i \sum_j A_{ij} \sin i\frac{\pi x}{a} \sin j\frac{\pi y}{b}, \qquad A_{ij} = \frac{1}{ij}\left(\frac{i^2}{a^2} + \frac{j^2}{b^2}\right)^{-2}.$$

(Pour avoir le cas d'une charge p, il suffira de multiplier les déplacements par la constante donnée par de Saint-Venant, traduction de Clebsch, p. 747.)

L'équation de la plaque encastrée peut s'écrire sous la forme

$$w_1 = w + w_x + w_y,$$

w_x est fourni par une série de la même forme que w, le coefficient B_{ij} de cette série a pour valeur

(2) $$B_{ij} = -MA_{ij} + NMA_{ij} - MNMA_{ij} + NMNMA_{ij} - \ldots.$$

Les opérateurs M et N sont définis par

$$M = \frac{iI}{D}\sum_i, \quad N = \frac{jJ}{D}\sum_j, \quad D = \left(\frac{i^2}{a^2} + \frac{j^2}{b^2}\right)^2, \quad I = \left(\sum_i \frac{i^2}{D}\right)^{-1}, \quad J = \left(\sum_j \frac{j^2}{D}\right)^{-1};$$

w_y se déduit de w_x en permutant x avec y, a avec b, i avec j.

Démonstration. — La méthode consiste à prendre les déplacements w de la plaque uniformément chargée et à y ajouter : 1° les déplacements verticaux w_x d'une plaque non chargée encastrée sur les côtés parallèles à Ox

et ayant une inclinaison $-\frac{\partial w}{\partial x}$ sur $x=0$ et $x=a$; 2° les déplacements verticaux w_y d'une plaque non chargée encastrée sur les côtés parallèles à Oy et ayant une inclinaison $-\frac{\partial w}{\partial y}$ sur $y=0$ et $y=b$.

Pour déterminer l'équation de w_x, je considère :

1° Les déplacements verticaux w'_x d'une plaque non chargée articulée sur les côtés parallèles à Ox et ayant les inclinaisons $-\frac{\partial w}{\partial x}$ sur les autres;

2° Les déplacements verticaux w''_x d'une plaque non chargée articulée sur les côtés parallèles à Oy et ayant les inclinaisons $-\frac{\partial w'_x}{\partial y}$ sur les autres;

3° Les déplacements verticaux w'''_x d'une troisième plaque dépendant de w''_x comme w'_x dépend de w au 1°, et ainsi de suite indéfiniment. Je pose

$$w_x = w_x + w''_x + w'''_x + \ldots.$$

J'opère de la même façon pour déterminer w_y.

Dans une des plaques $w_x^{(n)}$, il faut :

a. Chercher la forme des coefficients, sans se préoccuper de la convergence;

b. Montrer que les séries w'_x, w''_x, w'''_x, ... sont convergentes ainsi que celles des dérivées premières et secondes;

c. Remarquer que le signe des déplacements change avec la parité de n, et que ces déplacements tendent vers zéro quand n croît.

Il en résultera que l'ordonnée w_x a une limite définie, que la plaque w_x est bien encastrée sur les côtés parallèles à Ox et a l'inclinaison $-\frac{\partial w}{\partial x}$ sur les autres, enfin qu'on peut réunir ensemble tous les termes de w_x qui renferment des sinus égaux. L'énoncé se trouvera ainsi justifié.

Reprenons a, b, c :

a. En utilisant une remarque que j'ai précédemment faite ([1]), je trouve pour la plaque non chargée subissant des moments sur les côtés $x=0$ et $x=a$, posée sur les autres,

$$w'_x = \sum_i \sum_j i B'_j D^{-1} \sin i \frac{\pi x}{a} \sin j \frac{\pi y}{b}.$$

En écrivant les conditions à satisfaire pour l'inclinaison, j'obtiens

$$B'_j = -MA_{ij}.$$

([1]) *Comptes rendus*, t. 167, 1918, p. 991.

De même pour le coefficient de w''_x,

$$B''_i = - NB'_j = NMA_{ij}, \text{ etc.}$$

b. En utilisant une formule de M. Estanave (¹) ou en calculant directement la série par une équation différentielle facile à établir, on reconnaît que les coefficients B'_j, B''_i, B'''_j, ... sont inférieurs alternativement à l'une des expressions $Cij^{-3}D^{-1}$ ou $Ci^{-3}jD^{-1}$ (C désignant une constante). Or, on sait que ces expressions donnent des séries trigonométriques doubles absolument convergentes. De plus, elles ont le signe de leurs coefficients, ces coefficients tendant vers zéro pour $i+j$ tendant vers l'infini. Les séries, formées avec les dérivées des termes des précédentes, sont aussi absolument convergentes. Cela justifie la marche suivie pour calculer les coefficients de w'_x, w''_x, ...

c. Le signe des déplacements change avec la parité de n, car le signe mis devant ces expressions positives change.

La surface a partout, parallèlement à Ox et Oy, une convexité de même signe, car les dérivées secondes de w'_x, w''_x, ... sont encore convergentes et ont le signe des coefficients. L'inclinaison sur un côté est donc représentée par une courbe convexe. D'autre part, l'inclinaison moyenne tend vers zéro (le calcul l'indique), donc l'inclinaison maximum, inférieure dans le cas de convexité au double de l'inclinaison moyenne, tend aussi vers zéro quand on avance dans la suite des plaques $w_x^{(n)}$. On en déduit facilement que l'ordonnée $w_x^{(n)}$ en un point quelconque de la plaque a pour limite zéro si n est infinie. Par conséquent la série à signes alternés $w_x = w'_x + w''_x + \ldots$ a une valeur bien définie.

II. En suivant la même marche, on obtient de manière analogue les équations de la plaque rectangulaire chargée au centre.

ASTRONOMIE. — *Causes possibles de la courbe de lumière et de la pulsation des Céphéides : application au noyau solaire primitif.* Note de M. **Émile Belot**, présentée par M. Bigourdan.

On attribue maintenant avec Shapley la cause de la variation des étoiles du type δ Céphée à une vibration de masse ou pulsation : les changements non périodiques dans la courbe de lumière, la couleur ou le type spectral

(¹) Hermann, *Sommation de quelques séries trigonométriques*, 1903, p. 49.

paraissent en effet incompatibles avec l'hypothèse que ces étoiles soient des variables à éclipse. Mais les causes de la pulsation et de l'accroissement de lumière plus rapide que sa diminution restent à élucider : Moulton a suggéré qu'une étoile renflée alternativement à l'équateur et aux pôles présente un maximum calorifique quand elle passe par la forme sphérique, ce qui produirait deux maxima de lumière par période.

Soit une sphère gazeuze de rayon a dont le rayon équatorial varie périodiquement de $a+\varepsilon$ à $a-\varepsilon$, le volume ellipsoïdal restant constant. En négligeant le carré de ε, le rayon polaire variera de $a-2\varepsilon$ à $a+2\varepsilon$. La surface apparente variera de $\pi a^3 : a+\varepsilon$ à $\pi a^3 : a-\varepsilon$ si le rayon visuel est dans l'équateur et de $\pi(a+\varepsilon)^2$ à $\pi(a-\varepsilon)^2$ s'il coïncide avec l'axe polaire. Dans les deux cas, la courbe de lumière aura une allure sinusoïdale. On sait que si la déformation ellipsoïdale est faible, l'ellipsoïde coupe la sphère suivant le parallèle de latitude λ telle que

$$\sin\lambda = 1 : \sqrt{3} = 0{,}577 \qquad (\lambda = 35^\circ 12').$$

Un calcul facile par la théorie des diamètres conjugués dans l'ellipse montre que si le rayon visuel fait l'angle λ avec le plan équatorial, la surface apparente varie de $\frac{\pi(a+\varepsilon)^2(a-2\varepsilon)}{a}$ à $\frac{\pi(a-\varepsilon)^2(a+2\varepsilon)}{a}$ suivant qu'on voit le sphéroïde renflé à l'équateur ou aux pôles. Quel que soit ε, la première expression est toujours inférieure à la seconde : ainsi quand l'angle du rayon visuel avec l'équateur varie de zéro à $35^\circ 12'$, la courbe de lumière a son maximum correspondant au renflement polaire. La probabilité pour que ce cas soit réellement observé peut, d'après ce qui précède, être mesurée par 0,577 si la probabilité inverse (rayon visuel voisin de l'axe polaire) se chiffre par 0,423.

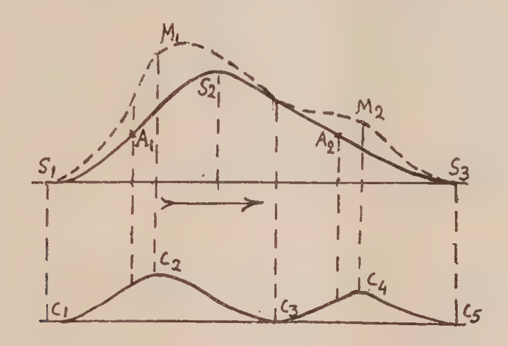
D'ailleurs, il est possible, puisque les Céphéides seules ont permis de déterminer le pôle de la Voie lactée, que leur axe soit en moyenne perpendiculaire à son plan, ce qui expliquerait que nous les voyons dans une direction s'écartant peu de leur équateur. C'est donc ce cas qui va nous occuper maintenant.

La fraction 0,577 mesure la surface sphérique du renflement équatorial d'épaisseur maxima ε et la fraction 0,423 celle du renflement polaire d'épaisseur maxima 2ε. Il en résulte que les molécules du renflement équatorial sont en moyenne plus près du centre d'attraction que celles de même masse totale des renflements polaires. Dès lors, la gravitation agira plus vite pour diminuer le renflement équatorial que pour déprimer les ren-

flements polaires. Ainsi la courbe de lumière, pour un observateur placé près de l'équateur, sera dissymétrique, la courbe ascendante ayant moins de durée que la courbe descendante, ce qui est précisément le cas des Céphéides (courbe $S_1 S_2 S_3$).

Mais ce n'est pas tout; la chaleur due à la contraction, suivant la théorie de Moulton, sera plus grande pendant la diminution du renflement équatorial, produite plus vite que pendant la dépression des renflements polaires. Cette chaleur de contraction, très faible à la surface, aura son maximum dans les couches denses à une certaine profondeur et ne pourra atteindre la surface et en augmenter l'éclat qu'au bout d'un certain temps.

Si donc dans la sinusoïde dissymétrique $S_1 S_2 S_3$, A_1 et A_2 équidistants de $S_1 S_2$ et $S_2 S_3$ figurent les instants de passage par la forme sphérique, la



courbe de chaleur $C_1 C_2 C_3 C_4 C_5$ devra avoir ses maxima inégaux C_2, C_4, décalés par rapport aux ordonnées A_1, A_2, pour traduire l'effet de retard de l'apparition à la surface de cette courbe d'augmentation de l'éclat. Finalement la courbe observée $S_1 M_1 M_2 S_3$ résultera de la superposition de ces deux sinusoïdes irrégulières; elle aura un maximum dominant M_1 plus près de S_1 que de S_3 et pourra avoir un maximum secondaire M_2. Les maxima C_2, C_4 de la courbe calorifique ne se transmettent à la surface qu'à travers des couches profondes dont les mouvements sont variables et produiront des irrégularités dans la courbe de lumière comme on en a observé pour plusieurs Céphéides (ζ Gémeaux, w Sagittaire, γ Ophiuchus, $\chi\chi$ Cygne, η Aigle).

La durée T de pulsation d'une sphère gazeuse, d'après Emden, varie en raison inverse de la racine carrée de sa densité moyenne, ce qui a permis à Hertzprung et Shapley de calculer la densité moyenne (en fonction de celle du Soleil) 6×10^{-5} des Céphéides du type solaire et de masse comparable à celle du Soleil. La loi des distances planétaires donne le rayon

(62 rayons solaires) du noyau S du Soleil primitif : après sa traversée dans la nébuleuse, la masse de ce noyau devait différer peu de celle du Soleil. Sa densité rapportée à celle du Soleil était donc $D = 1 : 62^3$ ou $4,2 \times 10^{-6}$, peu différente de celle de binaires à éclipse du type G (densité de W, Croix $= 3 \times 10^{-6}$). Inversement, la densité D permet de calculer la durée de pulsation moyenne T_s du noyau S. On trouve $T_s = 41^j,0$.

La loi des distances planétaires donne 14 pulsations entre celle qui a produit l'émission de la nappe de Neptune et l'arrivée du noyau S dans l'écliptique, la durée minima de son parcours dans la nébuleuse aurait donc été $41^j \times 14 = 564^j$ ou $1^{an},54$. Par une méthode entièrement différente, j'ai trouvé [1] $1^{an},56 < T < 2^{ans},16$.

Ces durées sont du même ordre que celles de l'épanouissement des Novæ jusqu'au stade d'étoiles Wolff-Rayet.

Ces rapprochements inattendus entre la densité des Céphéides du type solaire et celle du noyau S, ainsi qu'entre leurs durées de pulsation, conduisent à supposer que les Céphéides doivent, comme S, leur pulsation au choc sur la nébuleuse amorphe qui a produit les branches spirales de la Voie lactée, suivant la théorie indiquée dans une Note précédente.

ASTRONOMIE. — *Observation de l'éclipse du Soleil du 22 novembre 1919, à l'Observatoire astronomique de l'Université de Valence (Espagne).* Note de M. I. **Tarazona**, présentée par M. Bigourdan.

L'observation de l'éclipse annulaire de Soleil du 22 novembre dernier a été faite avec l'équatorial Grubb installé dans cet Observatoire. L'oculaire employé était le moins puissant, permettant d'obtenir l'image totale solaire dans le champ instrumental.

L'observation a été faite par projection, sur un écran blanc portant un cercle de 10^{cm} de diamètre, deux axes rectangulaires NS, EW, et un rayon formant avec la direction N l'angle 238° calculé, d'après la *Connaissance des Temps pour* 1919, comme valeur de l'angle de position du point de premier contact pour le lieu d'observation.

L'orientation de la ligne EW, parallèle céleste décrit par le Soleil, a été confirmée avant l'éclipse par l'observation d'une petite tache solaire qui se montrait tout près du bord oriental.

Le ciel était clair, sans nuages aux environs du Soleil. Par contre, l'image

(1) *Essai de Cosmogonie tourbillonnaire*, p. 73.

de celui-ci présentait une forte oscillation, comme le montrent aussi les photographies du phénomène obtenues par M. Marti.

L'observation de l'heure du premier contact a été faite sur chronomètre de temps moyen, contrôlé par comparaison avec un chronomètre sidéral et avec une pendule garde-temps, dont le mouvement et la correction absolue étaient connus par les signaux horaires radiotélégraphiques de l'Observatoire de Paris, transmis le 21 à $10^h 45^m$, le 22 à $10^h 0^m$ et le 23 à $10^h 45^m$. Par une cause encore inconnue, nous n'avons pas entendu les signaux horaires du 22 à $23^h 15^m$; c'est peut-être la première fois, depuis 1913, que nous sommes surpris par cet accident.

Les coordonnées géographiques provisoires de l'Observatoire sont : $\varphi = +39°28'17''$ et longitude (W. Greenw.) $= 1^m 29^s,4$; on a trouvé $15^h 25^m 1^s,0$ pour l'époque du premier contact, qui s'est produit au point calculé 238° à partir du bord N, en allant vers l'Est. Quant à l'heure du contact, voici le résultat de mon observation :

	Temps moyen civil de Greenwich.		
	Observation.	Calcul.	O.—C.
Premier contact........	$15^h 24^m 52^s,6$	$15^h 25^m 1^s,0$	$-8^s,4$

M. V. Marti, observant l'éclipse dans les mêmes circonstances, estima la morsure 2 secondes plus tôt.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil, faites à l'Observatoire de Lyon, pendant le deuxième trimestre de* 1919. Note de M. J. **Guillaume**, présentée par M. B. Baillaud.

Il y a eu 81 jours d'observations dans ce trimestre, et l'on en déduit les principaux faits que voici :

Taches. — La seconde moitié de ce trimestre a été marquée par une recrudescence d'activité telle, qu'il faut remonter à l'année du dernier *maximum*, en 1917, pour rencontrer un développement comparable.

Au total, on a noté 78 groupes et une surface totale de 8984 millionièmes, contre 63 groupes et 5613 millionièmes, précédemment (1).

L'augmentation du nombre de groupes, dans chaque hémisphère, est de 12 au Sud (42 au lieu de 30) et de 3 au Nord (36 au lieu de 33).

Des trois groupes suivants, visibles à l'œil nu :

(1) Voir *Comptes rendus*, t. 169, 1919, p. 57.

Mai...............	9,0 à $+7^{\circ}$	de latitude,
Mai...............	19,3 à $+15^{\circ}$	»
Juin..............	18,5 à -17°	»

les deux derniers ont été plus importants que le premier.

La diminution de la latitude moyenne des taches est presque insensible au sud de l'équateur, avec $-12^{\circ},4$ au lieu de $-12^{\circ},6$, tandis qu'elle est accentuée au nord, avec $+10^{\circ},9$ au lieu de $+11^{\circ},9$.

Régions d'activité. — On a enregistré 147 groupes de facules avec une aire totale de 169,2 millièmes, au lieu de 124 groupes et 150,6 millièmes.

La répartition de cette augmentation est plus forte du double, environ, dans l'hémisphère austral (16) que dans l'autre hémisphère (7), avec 79 groupes au lieu de 63, et 68 au lieu de 61, respectivement.

Tableau I. — *Taches*.

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes. S.	Latitudes moyennes. N.	Surfaces moyennes réduites.
		Avril 1919. — 0,00.			
27- 6	6	2,2	—20		27
6	1	4,6	— 8		10
2-11	9	5,8		+ 6	215
3-10	6	5,8	— 5		12
2- 6	4	5,9	—14		41
3-10	7	8,0		+ 9	13
7-15	7	10,0		+14	153
9-14	2	10,5	—13		6
7	1	11,6	— 8		14
14-21	8	16,4		+ 3	71
16-17	2	16,9		+ 8	5
23-28	5	23,0		+14	147
21-29	8	23,7	—14		110
25-30	6	25,1	—20		17
19-30	11	25,8	—19		252
25- 6	10	30,7	—11		190
	25 j.		$-13^{\circ},2$	$+9^{\circ},0$	
		Mai. — 0,00.			
27- 8	10	2,9		+ 6	106
28- 9	10	3,0	—18		240
10	1	5,2	—16		13
5	1	6,7	—12		4
4-13	10	8,0	— 6		134
4-14	11	9,0		+ 7	645
5-14	10	9,6		+13	72
6-17	11	12,2	—17		206
8-14	7	12,7	—10		92
16-17	2	13,4	— 7		6
18	1	13,7		+ 1	11
13-25	12	19,3		+14	1126
17-26	10	20,9	— 8		121
		Mai (suite).			
16-25	10	21,0	— 5		206
19-28	7	22,4	—19		90
17-27	11	23,6	—20		51
18-25	8	24,0	—14		56
26-28	3	24,3	— 6		24
26-29	4	28,5	—12		15
24- 4	12	30,0		+10	70
29- 6	8	31,3	— 7		126
27	1	31,5		+ 8	4
	28 j.		$-11^{\circ},8$	$+8^{\circ},4$	
		Juin. — 0,00.			
31- 4	5	1,1		+15	19
29- 4	7	1,9		+12	17
4- 7	3	1,9		+ 7	252
6	1	3,0	—22		37
4	1	3,3		+ 8	2
30-10	11	4,9		+ 7	218
30- 9	10	5,1		+16	22
2-10	8	5,4		+23	193
6- 9	4	5,9	— 9		52
2- 9	7	6,7	—19		7
2- 9	6	7,1	— 8		107
6	1	7,5		+16	2
4	1	8,1	—13		6
7-13	4	8,8	—16		25
10-14	4	9,1		+15	47
13-15	3	10,4		+20	10
13-14	2	14,0		+12	20
9-21	12	15,4		+13	496
10-19	9	16,1	—18		58

TABLEAU I. — *Taches* (suite).

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes. S.	Latitudes moyennes. N.	Surfaces moyennes réduites.
		Juin (suite).			
10–18	8	16,3	— 7		24
13–20	7	17,2	— 4		17
15	1	17,9		+ 6	8
18–24	7	18,1		+14	169
13–24	12	18,5	—17		1061
16–25	10	20,4		+ 8	227
25	1	20,8		+16	5
19–24	5	21,3		+ 9	39
21–26	6	21,5	—17		45
27	1	22,1		+20	39
20–27	8	22,2	— 8		126
24–29	6	23,9		+ 7	85
22–29	8	24,0		+13	85
25–30	6	24,3	— 7		149
21–30	10	24,6	—12		184
22–23	2	25,9		+12	3
21– 3	13	27,1	— 9		169
22– 4	13	28,3		+ 4	130
2	1	28,4	— 9		3
1– 2	2	29,4		+ 6	6
27– 5	6	29,8	—15		119
	28 j.		—12°,4	+12°,1	

TABLEAU II. — *Distribution des taches en latitude.*

1919	Sud. 90°–40°	Sud. 40°–30°	Sud. 30°–20°	Sud. 20°–10°	Sud. 10°–0°	Sud. Somme.	Nord. Somme.	Nord. 0°–10°	Nord. 10°–20°	Nord. 20°–30°	Nord. 30°–40°	Nord. 40°–90°	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Avril.........	»	»	»	7	3	10	6	4	2	»	»	»	16	1283
Mai..........	»	»	»	8	7	15	7	5	2	»	»	»	22	3418
Juin........	»	»	1	8	8	17	23	9	13	1	»	»	40	4283
Totaux ...	»	»	1	23	18	42	36	18	17	1	»	»	78	8984

TABLEAU III. — *Distribution des facules en latitude.*

1919.	Sud. 90°–40°	Sud. 40°–30°	Sud. 30°–20°	Sud. 20°–10°	Sud. 10°–0°	Sud. Somme.	Nord. Somme.	Nord. 0°–10°	Nord. 10°–20°	Nord. 20°–30°	Nord. 30°–40°	Nord. 40°–90°	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Avril.......	»	»	4	7	8	19	22	6	11	5	»	»	41	47,2
Mai.........	»	»	1	15	10	26	21	9	6	5	1	»	47	49,7
Juin........	»	1	3	16	14	34	25	6	18	1	»	»	59	72,3
Totaux....	»	1	8	38	32	79	68	21	35	11	1	»	147	169,2

THERMODYNAMIQUE. — *Recherche d'une équation caractéristique appropriée à l'air atmosphérique.* Note (1) de M. **Ed. Fouché**, présentée par M. Sebert.

Les données expérimentales relatives à l'air atmosphérique sont trop peu nombreuses pour permettre de résoudre les problèmes qui se posent dans les applications pratiques aux basses températures.

J'ai entrepris de combler par le calcul cette lacune expérimentale, et, en

(1) Séance du 1er décembre 1919.

partant des expériences connues de Witkowski, qui s'étendent de 1^{atm} à 130^{atm} et de $-145°$ à $+100°$, d'en déduire, à l'aide des lois de la Thermodynamique, tous les coefficients présentant une utilité pratique.

A cet effet, j'ai cherché à établir une équation caractéristique telle que le gaz fictif représenté par cette équation et que, pour éviter toute confusion, j'appellerai *aéroïde*, soit par ses propriétés physiques aussi voisin que possible de l'air.

L'équation caractéristique adoptée est de la forme de celle de Clausius :

$$\left[p + \frac{\varphi}{(v+n)^2}\right](v-b) = \mathrm{RT},$$

φ étant une fonction de T seulement, et n, b, R des constantes.

La constante R est déterminée en premier lieu à l'aide des données à 100° et 1^{atm}, conditions dans lesquelles on peut, avec une très grande approximation, supposer que le gaz est parfait et que l'équation caractéristique se réduit à $pv = \mathrm{RT}$.

Si maintenant on prend deux expériences de Witkowski à une même température, la fonction φ de T, ayant alors la même valeur, peut être éliminée et il reste une relation entre b et n qui se représente graphiquement par une courbe. En combinant deux à deux un grand nombre d'expériences, on devrait voir toutes les courbes ainsi obtenues se croiser en un point ou tout au moins se concentrer en une région ayant comme coordonnées moyennes les valeurs cherchées de b et de n. Or, il n'en est pas ainsi, et la confusion des lignes est telle qu'on ne peut tirer de ce tracé aucune indication, même très vague, sur les valeurs probables de b et de n.

A propos de cette indécision, on peut rappeler les études faites par Sarrau dans le même ordre d'idées à l'aide des expériences d'Amagat, en 1882 et 1890 (1). Ce savant a trouvé pour le covolume de l'azote, à l'aide d'expériences variant de 40^{atm} à 300^{atm}, la valeur 0,00179 (en volume normal, c'est-à-dire $v = 1$ pour 0° et 1^{atm}), et plus tard à l'aide d'expériences de 750^{atm} à 3000^{atm}, la valeur 0,00128 en diminution de 28 pour 100 sur la première (2).

Pour résoudre cette difficulté, j'ai repris la même méthode, non plus

(1) *Comptes rendus*, t. 94, 1882, p. 640, 718, 845; et t. 110, 1890, p. 880.

(2) Dans la première série de Notes (1882), par suite d'une erreur matérielle, la valeur du covolume de l'azote est indiquée comme étant 0,001359. C'est en refaisant les calculs indiqués par l'auteur que l'on obtient le chiffre 0,00179.

avec l'ensemble des expériences, mais pour chaque isotherme séparément.

Si la même incertitude se retrouve pour les températures élevées, par contre les températures de $-78°,5$, $-103°,5$ $-130°$ et $-135°$, fournissent des points de convergence bien caractérisés, qui permettent de fixer assez exactement les valeurs de b et de n correspondant à chacune de ces températures; celles de $-140°$ et $-145°$, pour lesquelles les expériences ne s'étendent que jusqu'à 40 et 29 atmosphères et correspondent à la liquéfaction, ne fournissent aucune indication. Les chiffres ainsi trouvés sont les suivants, les volumes étant exprimés en mètres cubes et se rapportant à 1^{kg} d'air :

	$-78°,5$.	$-103°,5$.	$-130°$.	$-135°$.
b	0,00107	0,00095	0,00078	0,00066
n	0,00006	0,00021	0,00042	0,00058

La netteté de la détermination de ces valeurs de b et de n montre que la formule de Clausius pourrait représenter la loi de compressibilité de l'air d'une façon remarquablement exacte si l'on donnait à b et n les valeurs qui correspondent à chaque température. Celles de b, en particulier, qui diminuent en même temps que la température, semblent tendre vers zéro ou une valeur très petite pour le zéro absolu ($-273°$). Mais cette hypothèse ($b =$ fonction de T) se heurte à deux objections.

La première c'est qu'à $-192°$ pour l'air liquide on serait conduit, pour une trop petite valeur de b, à un coefficient de compressibilité du liquide tout à fait exagéré, 20 ou 30 fois plus élevé que celui que l'on est en droit de supposer par comparaison avec d'autres liquides.

La deuxième objection c'est que, si l'on suppose b fonction de T, on arrive par les formules de la thermodynamique, pour des pressions suffisamment élevées et quelle que soit la température, à des valeurs négatives de la chaleur spécifique sous volume constant, ce qui me paraît tout à fait inadmissible.

J'ai été ainsi conduit à supposer que les variations trouvées dans la détermination de b résultent du fait que l'air, étant un mélange, a une loi de compressibilité beaucoup trop compliquée pour que l'équation adoptée soit capable de la représenter exactement, à moins que la difficulté ne provienne d'erreurs d'expérience. Quoi qu'il en soit, devant l'obligation de prendre pour b, et conséquemment pour n, des valeurs constantes, j'ai adopté les moyennes entre les valeurs ci-dessus, soit

$$b = 0,00085 \quad \text{et} \quad n = 0,00035.$$

Reste à déterminer la fonction φ. En substituant à p, v, T dans l'équation

caractéristique les valeurs simultanées de ces variables correspondant à une des expériences, on a une équation qui donne la valeur de φ pour la température T. J'ai fait le calcul deux fois pour chaque température à des pressions moyennes et élevées; j'ai calculé en outre la valeur de φ à $-194°$ en adoptant pour le volume spécifique de l'air liquide la valeur 0,00108.

Les valeurs de φ ainsi trouvées ne peuvent être représentées par la formule primitive de Clausius $\frac{a}{T}$; celle de Sarrau, $k\varepsilon^{-T}$, est déjà très satisfaisante, mais je suis arrivé à un résultat bien plus exact encore, en représentant φ par l'expression $\beta - \alpha$ log vulg. T.

Cette expression de φ est purement empirique et n'a aucun caractère de généralité, car pour des grandes valeurs de T (à partir de 718°) elle devient négative; mais son champ d'utilisation est suffisamment étendu pour les besoins des applications pratiques.

Voici maintenant, comme conclusion, les résultats de ces diverses déterminations :

Equation caractéristique de l'aéroïde :

$$\left(p + \frac{\varphi}{(v+n)^2}\right)(v - b) = \mathrm{RT}.$$

p = pression en kilogrammes par mètre carré; v = volume de 1^{kg} du fluide; $b = 0{,}000850$; $n = 0{,}000350$; $\mathrm{R} = 29{,}3$; $\varphi = \beta - \alpha$ log vulg. T ($\alpha = 18{,}662$; $\beta = 55{,}914$).

Les isothermes de l'aéroïde tracées d'après cette équation correspondent en général très exactement à celles de l'air. Il n'y a de différence sensible que dans la zone critique.

SPECTROSCOPIE. — *Sur l'origine des radiations lumineuses émises par les vapeurs dans un four électrique à tube de résistance.* Note de M. **G.-A. Hemsalech**, présentée par M. A. de Gramont.

Nous avons vu [1] qu'avec une seule lame de graphite portée à une haute température par un courant électrique, la frange rouge [2] apparaît seulement vers 3000° C. quand la chute de potentiel le long de la lame est d'environ 7 volts : cm. Avec ce dispositif, les vapeurs provenant du graphite

---

[1] *Comptes rendus*, t. 169, 1919, p. 915 et 1034.

[2] Les bandes diffuses dans le rouge sont dues au carbure de calcium.

et surtout du carborundum dont est recouverte la lame, sont exposées aux courants d'air, ce qui influe sensiblement et sur leur température et sur leur degré d'ionisation. De plus, le champ magnétique établi autour de la lame par le courant de chauffage s'oppose à la formation de la frange rouge. Dans une nouvelle série d'expériences deux lames parallèles, ayant chacune une épaisseur de $0^{mm},55$, furent fixées à une distance de 5^{mm} l'une au-dessous de l'autre et parcourues par des courants d'intensité égale, de sorte que la chute de potentiel était la même pour chaque lame. Il est facile de voir qu'avec un tel dispositif les vapeurs, contenues dans l'espace entre les deux lames, sont mieux protégées contre l'action refroidissante des courants d'air. Par conséquent, pour une température donnée, l'ionisation de ces vapeurs sera plus parfaite et la chute de potentiel moindre qu'avec une seule lame. Si l'effet photo-électrique entre dans la production de la frange rouge, son action doit être également plus efficace dans le cas des deux lames. Enfin les champs magnétiques établis autour de chaque lame par le courant de chauffage agissent en sens opposé à l'intérieur et, de ce fait, leur action s'annule ou presque, de sorte que le courant thermélectronique peut passer à travers les vapeurs ionisées sans entrave. Les phénomènes lumineux et spectraux observés à l'intérieur du dispositif à deux lames sont tout à fait en rapport avec l'état supérieur d'ionisation et l'absence d'un champ magnétique appréciable. Ainsi, j'ai obtenu la frange rouge déjà à la température de 2200° C. avec une chute de potentiel de seulement 4 volts : cm, et, au lieu d'être retenue au voisinage immédiat des lames, elle remplit tout l'espace entre elles. C'est donc une amélioration notable sur le dispositif à une seule lame, en ce qui concerne les conditions régissant la propagation du courant thermélectronique et la formation de la frange rouge. Mais nous pouvons, encore davantage, faciliter la production de ce phénomène en fermant également les côtés ouverts de l'espace entre les deux lames, et nous sommes ainsi conduits au cas présenté par un tube à paroi de graphite ou autre matière résistante. Nous pouvons, en effet, considérer qu'en courbant une lame dans toute sa longueur de telle manière que ses bords viennent à se toucher, l'objet ainsi formé constituera un tube. La surface inférieure de la lame originale, au voisinage de laquelle se produisait la frange rouge, deviendra maintenant la face intérieure d'un tube et la frange rouge, ainsi que la vapeur lumineuse, se développeront dans une enceinte complètement à l'abri des courants d'air. Donc, dans un four électrique à tube de résistance, nous devons nous attendre à observer les phénomènes lumineux et spectraux,

causés par le courant thermélectronique, à des températures et avec des chutes de potentiel encore moindres que celles nécessitées par le dispositif à deux lames. Car, outre le fait que l'ionisation des vapeurs dans un tel tube est plus grande que dans le cas précédent, le champ magnétique dû au courant de chauffage est, comme on sait, égal à zéro à l'intérieur d'un conducteur tubulaire. Les conclusions de ces considérations sont amplement corroborées par les résultats expérimentaux, car, à l'aide d'un four électrique à tube en carbone, j'ai observé que les vapeurs donnent une lumière pourprée et émettent les bandes caractéristiques de la frange rouge déjà vers 2100° C. avec une chute de potentiel de moins de 1 volt : cm.

De même, le développement progressif des bandes du carbone a lieu dans le même ordre qu'avec une seule lame, mais leur apparition est de beaucoup avancée dans le tube, puisque les premières traces de la bande 3883 apparaissent déjà à 1900° C., et le spectre est au complet vers 2600° avec l'émission des bandes de Swan. Je n'ai pas observé les raies du titane et du vanadium avec un tube de carbone, qui ne contenait probablement pas ces éléments comme impuretés. Mais il est important de signaler le fait que les raies de ces deux métaux ont été relevées comme impuretés dans un four électrique à tube de graphite par M. King [1]. Donc, toutes les bandes et raies caractéristiques de la frange rouge, lesquelles, comme je l'ai démontré antérieurement, sont directement causées par le courant thermélectronique, se retrouvent dans un four électrique à tube de résistance. Mais, par suite d'une ionisation plus efficace des vapeurs et de l'absence complète d'un champ magnétique, leur émission a lieu à des températures et des chutes de potentiel relativement faibles.

Outre le spectre de la frange rouge, j'ai observé dans le four tubulaire un grand nombre de raies dues à des impuretés contenues dans le carbone; ce sont notamment Al, Ca, Mn, K, Sr, Pb, Cr et Fe. Or, j'ai constaté que les spectres que donnent ces éléments dans le tube et dans la vapeur lumineuse au-dessous d'une lame de graphite sont exactement du même type. Par conséquent, dans le four tubulaire, ces deux spectres sont également causés par l'action de la chaleur sur des composés (probablement des carbures) et, comme je l'ai déjà démontré pour le fer [2], ils sont régis par la température de la surface intérieure du tube.

Il est évident que, dans le four, le spectre causé par le courant thermélec-

---

(1) A.-S. King, *Astrophysical Journal*, t. 37, 1913, p. 250.

(2) Hemsalech, *Phil. Mag.*, t. 36, 1918, p. 209.

tronique et celui de la vapeur lumineuse sont toujours superposés. C'est sans doute pour cette raison que la duplication de l'émission spectrale a si longtemps échappé à l'attention des observateurs. Avec le dispositif à lame unique, le spectre causé par le courant thermélectronique, grâce au champ magnétique dû au courant de chauffage, n'est visible qu'au voisinage immédiat de la lame, tandis que les raies et les bandes de la vapeur lumineuse passent à une certaine distance, ce qui a permis de prouver directement l'existence indépendante de chacune de ces deux émissions.

En résumé, ces expériences établissent le fait que le spectre émis par les vapeurs à l'intérieur d'un four électrique à tube de résistance est causé par deux émissions indépendantes dont l'une est régie par des actions d'ordre thermique et l'autre par celles d'ordre électrique.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur un appareil permettant de réaliser dans un temps très court des mélanges liquides homogènes.* Note [1] de M. **Pierre Jolibois**, présentée par M. H. Le Chatelier.

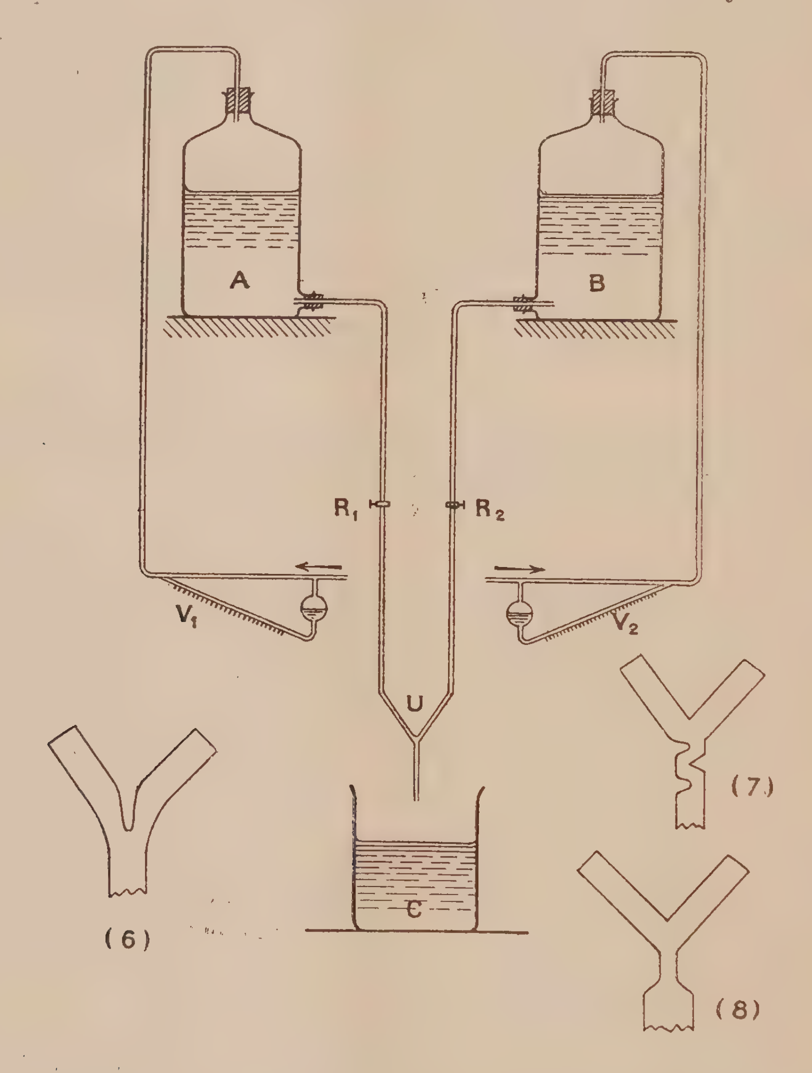
Lorsque l'on cherche à préparer certains précipités en mélangeant les deux liquides qui y donnent naissance, on est frappé du manque de constance de la composition des solides qui se forment. Ce phénomène s'explique très aisément, en remarquant que deux liquides A et B qui se mélangent dans des conditions inconnues présentent, à une époque donnée, en un point de leur masse convenablement choisi, des compositions quelconques intermédiaires entre les compositions des liquides précipitants (tant que la précipitation n'est pas amorcée). Il s'ensuit que le précipité prend naissance dans un milieu de composition variable; comme, de plus, sa vitesse de formation n'est pas infiniment grande, mais a une valeur limitée qui dépend de la nature des corps en présence et des conditions physiques, on ne doit pas s'étonner d'obtenir, par un mélange des liquides précipitants fait sans précaution, des précipités dont la composition est inconstante.

Ces phénomènes se montrent avec une grande netteté lorsque l'on cherche à obtenir, par précipitation, des silicates, des phosphates, des borates, des carbonates, des sulfates, etc. de métaux susceptibles de donner naissance à plusieurs sels de basicité différente.

C'est dans le but de réaliser le mélange rapide et homogène des liquides que nous avons imaginé l'appareil qui fait l'objet de cette Note.

[1] Séance du 24 novembre 1919.

Le principe très simple de la méthode consiste à faire arriver les deux liquides A et B par les deux branches d'un tube en Y afin qu'ils se mélangent dans la troisième branche. En faisant varier au moyen des robi-



nets R_1 et R_2 la vitesse du débit de chacun des liquides on peut réaliser la proportion que l'on désire dans le mélange des liquides A et B.

Afin de mesurer le débit de chacun des liquides A et B, la rentrée de l'air dans les flacons qui les contiennent se fait par l'intermédiaire d'un tube de Venturi que l'on gradue expérimentalement en débits du liquide de chacun des récipients.

Si la hauteur verticale UA est grande ($1^m,50$ environ) et si le rapport de la section des récipients à celle des tubes d'écoulement est considérable (300 par exemple), le débit se maintient constant pendant plusieurs minutes.

Influence de la forme du tube mélangeur sur la vitesse d'homogénéité. — Afin de nous rendre compte de la rapidité avec laquelle se fait le mélange nous avons choisi une réaction colorée très rapide. Dans le flacon A nous avons introduit une solution de permanganate de potassium à $1^g,58$ par litre; dans le flacon B une solution de sulfate ferreux à 15^g par litre contenant 50^{cm^3} de SO^4H^2 concentré et 10^g de sulfate de manganèse par litre. La décoloration du permanganate par cette liqueur qui est 1,1 [1] plus concentrée qu'il ne convient pour réagir volumes à volumes est très rapide en présence du sulfate de manganèse qui sert de catalyseur. On peut donc admettre que le liquide est sensiblement homogène dans les régions du tube où il sera incolore.

Le Tableau suivant rend compte des résultats que nous avons obtenus en faisant varier le diamètre du tube d'écoulement (3e branche de l'Y) pour un débit constant de 500^{cm^3} par minute pour chaque flacon.

	Diamètre du tube (en millimètres).	Longueur de MnO^4K non décolorée (en centimètres).	Temps nécessaire à l'homogénéité.
	mm	cm	"
1...........	2,5	4	0,04
2...........	3,2	6,5	0,08
3...........	4,8	10	0,2
4...........	6,2	22,5	1
5...........	8,5	33	1,2

On voit par ce Tableau que l'homogénéité est atteinte d'autant plus rapidement que le tube est plus fin (on ne peut descendre au-dessous d'une certaine limite, car le débit deviendrait trop faible). Nous avons remarqué, en outre, que le débit peut varier entre certaines limites sans que la zone d'homogénéité se déplace sensiblement. Ainsi dans le tube (1) la longueur de MnO^4K décolorée est sensiblement la même pour un débit moitié moindre.

Comme il est probable que la facile homogénéité est réalisée grâce à un tourbillonnement du liquide dans la région de la soudure des trois tubes,

---

[1] L'excès de 10 pour 100 de SO^4Fe ne modifie pas sensiblement la vitesse de mélange ainsi que nous l'avons vérifié en faisant varier dans de larges proportions les quantités relatives de ce sel et de MnO^4K.

nous avons essayé des formes de tubes qui nous ont paru propres à la formation de tourbillons :

(6) Tube dans lequel un renfoncement (genre tube Vigreux) a été créé dans la bissectrice de l'angle de l'Y.

(7) Tube sur lequel trois renfoncements ont été créés à la naissance de la branche de sortie de l'Y.

(8) Tube de $6^{mm},2$ sur lequel un rétrécissement de $1^{mm},5$ de diamètre a formé le début de la branche de sortie de l'Y sur une longueur de 2^{cm}.

Les nombres que nous avons obtenus pour ces tubes ont nettement montré l'amélioration due aux formes (7) et (8).

	Diamètre du tube.	Longueur de MNO^4K non décoloré.	Temps nécessaire à l'homogénéité.
	mm	cm	"
(4)............	6,2	22,5	1
(6)............	6,2	25	1,1
(7)............	6,2	4	0,12
(8)............	6,2	2,6	0,01

C'est la forme (8) que nous avons définitivement adoptée.

En résumé, la méthode que nous avons décrite permet de mélanger d'une manière homogène deux liquides miscibles en $\frac{1}{100}$ de seconde.

Cette technique, réalisable avec des appareils de laboratoire très simples, se prête à l'étude des vitesses des réactions rapides entre liquides.

MÉTÉOROLOGIE. — *Les formations cycloniques de l'atmosphère.* Note de M. **Eugène Mesnard**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Pour mieux préciser le rôle des tremblements de terre [1], cyclones, raz de marée et syzygies (NL et PL) dans la production des phénomènes météorologiques, je crois devoir fait état de ce que je nomme *formations cycloniques de l'atmosphère*, désignant ainsi l'ensemble des masses de vapeurs, procédant de *formations nuageuses primitives*, excitées, condensées et groupées par la répercussion de ces causes violentes.

Ces formations cycloniques sont loin d'être homogènes. Quelques-uns de leurs éléments ayant reçu, dès l'origine, une assez grande force vive, possèdent une sorte d'individualité propre et sont capables de se déplacer avec rapidité (cyclones et tempêtes); les autres, moins riches en énergie

(1) Voir *Comptes rendus*, t. 168, 1919, p. 102.

primitive (dépressions cycloniques ou simples nuées), ont une vitesse moindre qui paraît se confondre assez vite avec celle d'une formation cyclonique tout entière, vitesse encore indéterminée et probablement voisine de 833^{km} par jour.

Ces éléments cycloniques actifs que signale la baisse du baromètre nous apportent généralement tout un cortège de manifestations pluvieuses.

Les périodes météorologiques empruntent leurs caractères particuliers d'intensité, de durée et de continuité à ces formations cycloniques, et résultent nécessairement du défilé total des éléments qui les composent; et l'on voit qu'il serait facile de faire de la prévision du temps à plus longue échéance, si l'on connaissait bien les formations cycloniques.

Malheureusement, nous n'avons pas de procédé d'investigation direct et nous devons nous contenter d'une approximation.

En 1918, puis en 1919, il y eut des périodes de sécheresse; la première dura du 15 mai au 6 septembre; la seconde alla de fin mars au mois de novembre, abstraction faite de quelques rémissions et atténuations. Or, pendant les mois où la vapeur d'eau condensée se faisait si rare, plusieurs syzygies ne marquèrent pas, et des tremblements de terre relativement importants ne produisirent que d'insignifiantes périodes; dans les autres mois, au contraire, les phénomènes excitateurs provoquèrent toujours une importante série pluvieuse.

Nous pouvons donc retenir ce fait que, dans les mois d'été ou de sécheresse, les formations cycloniques étant peu importantes, les périodes météorologiques seront nulles ou très écourtées, tandis que, dans les mois humides de l'automne et du printemps, elles seront plus longues et plus compliquées, surtout si des chevauchements interviennent.

D'ailleurs les manifestations météorologiques se montrent habituellement plus violentes et tenaces dans le voisinage du centre d'ébranlement ainsi que dans la zone océanique de même latitude, ce qui fait que dans les périodes écourtées ils peuvent se localiser là, tandis que dans les grandes périodes où les trajectoires cycloniques nous assaillent depuis l'Islande jusqu'au Maroc, il n'est pas rare de voir s'éteindre les dernières dépressions dans la zone où sont apparues les premières. Ceci ne s'appliquerait pas aux formations cycloniques dues aux lunaisons ou remaniées par elles.

Mais on ne perdra jamais de vue que les formations les plus denses ne peuvent se produire que sur les parties de l'océan où il existe abondamment de la vapeur d'eau saturée (gulf stream) et qu'il y a lieu de tenir compte tout à la fois de la géographie et de la climatologie.

En effet, une vue d'ensemble montre que la plus grande activité des

dépressions cycloniques se localise assez bien dans une zone qui se déplace et varie dans le même sens que le Soleil :

Au moment du solstice d'été, et même un peu après, les dépressions passent souvent très au Nord, sur l'Islande et la Norwège. Mais à partir de fin septembre-octobre, elles deviennent plus fréquentes sur les Iles Britanniques et sur la mer Baltique avec tendance à redescendre vers l'Europe centrale. Pendant les mois de novembre, décembre et janvier, le Soleil s'étant éloigné dans l'autre hémisphère, les dépressions sont alors plus actives dans le Midi et sur la Méditerranée, tout en continuant à fréquenter les régions voisines de la Manche et de la Baltique. La fin de l'hiver est généralement assez calme; puis c'est un regain d'activité que nous vaut le retour du Soleil sur l'Équateur. Cette dernière phase s'atténue assez vite pendant la marche de l'astre vers le solstice.

Ces déplacements s'expliquent assez facilement :

En été, le contre-alizé repousse au loin les masses de vapeurs du gulf stream et débarrasse presque complètement le nord de l'Atlantique; en automne et en hiver, le Soleil s'étant éloigné de l'autre côté de la ligne, les vapeurs s'accumulent au contraire sur cette même étendue océanique, et les trajectoires cycloniques nous touchent sur un front très étendu. De plus, l'air glacé et les vents secs des régions septentrionales constituent par leur ensemble une sorte de formation anticyclonique qui s'avance et recule en vertu du même mécanisme; et il est facile de comprendre que toutes les dépressions qui s'engagent sur cette sorte de banquise invisible sont facilement atténuées et que, seules, celles qui continuent à en côtoyer les bords restent plus longtemps chaudes et orageuses.

Il est indéniable d'ailleurs qu'une grande imprécision règne encore dans cette question, car il nous manque le dispositif expérimental approprié à cette étude. Il nous viendra peut-être de l'emploi de T. S. F. En effet, les grandes entreprises de T. S. F. ont remarqué que, dans les saisons d'été, les transmissions ne s'exerçaient pas au loin malgré une grande pression à l'antenne, tandis qu'en hiver les ondes hertziennes se propageaient aisément à une distance considérable. Cette année, pendant la sécheresse, les troubles par manque d'émission ont été fréquents.

On peut donc supposer que les vésicules de vapeur, lorsqu'elles sont suffisamment répandues dans l'atmosphère, facilitent le passage des ondes par le simple jeu de leurs courants particulaires; et qu'il existe une relation entre la densité et l'étendue des formations cycloniques et le pouvoir de propagation des ondes, d'où la possibilité d'entrevoir un moyen de connaître l'importance relative de ces formations.

En résumé, la prévision du temps à plus longue échéance pourrait être obtenue par la connaissance de la densité, de l'étendue et de la position des formations cycloniques. Les observations enregistrées au jour le jour par les météorologistes nous permettront d'y arriver. Déjà on pourra apprendre à connaître les époques de longue répercussion des phénomènes excitateurs et les distinguer de celles où l'effet produit est presque nul. Néanmoins, il serait à souhaiter que la T. S. F. fournît un jour le procédé nouveau qui permettrait de sonder l'espace.

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *Perturbations de la déclinaison magnétique à l'Observatoire de Lyon (Saint-Genis-Laval) pendant les premier et deuxième trimestres de* 1919. Note de M. **Ph. Flajolet**, présentée par M. Baillaud.

L'enregistrement des perturbations de la déclinaison pendant ces deux trimestres a donné les résultats suivants :

Janvier.					Février.					Mars.				
0.	1.	2.	3.	4.	0.	1.	2.	3.	4.	0.	1.	2.	3.	4.
	1							1					1	
	2							2					2	
			3				3						3	
			4				4					4		
			5				5					5		
			6				6					6		
			7			7						7		
		8				8					8			
		9				9					9			
	10					10				10				
	11					11				11				
	12				12							12		
		13				13							13	
		14						14					14	
	15					15						15		
			16					16				16		
			17			17						17		
				18			18				18			
			19			19							19	
		20					20							20
		21							21			21		
		22							22				22	
		23						23				23		
	24				24						24			
25						25					25			
26						26					26			
27								27					27	
	28							28					28	
		29										29		
		30										30		
				31								31		

Avril.					Mai.					Juin.				
0.	1.	2.	3.	4.	0.	1.	2.	3.	4.	0.	1.	2.	3.	4.
		1			1					1				
2									2		2			
	3							3			3			
	4						4			4				
5							5			5				
		6				6					6			
			7			7				7				
	8				8					8				
	9					9						9		
		10				10						10		
	11				11							11		
	12					12					12			
	13						13				13			
	14						14			14				
	15					15				15				
		16				16				16				
			17				17				17			
		18						18				18		
		19				19				19				
		20					20			20				
		21					21			21				
		22					22					22		
	23							23				23		
		24					24				24			
25							25			25				
26							26					26		
	27						27			27				
28						28					28			
	29					29					29			
	30					30				30				
							31							

La date du jour considéré est inscrite dans la colonne indiquant la grandeur de la perturbation, l'échelle adoptée étant :

0. Jours calmes
1. » avec oscillations très faibles.... (1′ à 3′)
2. » » faibles........ (3′ à 7′)
3. Avec perturbations assez fortes. .... (7′ à 15′)
4. » fortes.................. (15′ à 30′)
5. » très fortes.............. (> 30′)

L'examen de ces Tableaux semble indiquer une décroissance des fortes

perturbations en même temps qu'une augmentation rapide du nombre des jours parfaitement calmes ou très faiblement perturbés.

En effet, voici le résumé des observations précédentes :

	Janvier.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.
Jours calmes............	3	2	2	5	6	14
Perturbations de 1′ à 3′...	8	11	6	13	9	9
» 3′ à 7′...	10	6	13	10	12	7
» 7′ à 15′..	8	7	9	2	3	
» 15′ à 30′.	2	2	1		1	

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Anomalies florales observées sur la descendance de l'hybride* Linaria vulgaris × L. striata. Note (¹) de M. L. **Blaringhem**, présentée par M. L. Guignard.

En fin juillet 1911, j'ai réalisé au Laboratoire de Physique végétale de Meudon (Seine-et-Oise) la fécondation illégitime de quatre ovaires de *Linaria vulgaris* (lignée du plateau de Villacoublay, Seine-et-Oise) avec le pollen abondant de *Linaria striata* (plante du Plessis-Macé, Maine-et-Loire), transplantée à Meudon en octobre 1910). Les fruits renfermaient en tout 5 *bonnes graines* et plusieurs enveloppes transparentes et vides, indiquant les effets d'une pollination sans fécondation, n'ayant laissé de traces que sur les membranes protectrices des ovules.

F_1. Semées en mars 1912 en terrines, elles donnèrent 5 plantules dont 2 chétives ne résistèrent pas à deux rempotages. Les 3 *plantes* composant la première génération, très vigoureuses et intermédiaires dans toutes leurs parties entre les parents, fournirent des fleurs en abondance qui tombèrent par centaines sans montrer la moindre trace de fertilité. J'ai regretté à cette époque la destruction volontaire des parents; mais, à la fin de septembre, plusieurs fruits nouèrent et j'ai pu récolter en octobre 41 graines, dont 37 *bien venues*, renfermées en 17 fruits. Noires, anguleuses, plus ou moins ridées et ponctuées à leur surface, sans la moindre trace d'arille membraneuse, elles étaient bien du type *L. striata*, mais plus grosses.

F_2. Leur semis en fin mars 1913, suivi de deux repiquages imparfaitement réussis, donna 28 plantes vigoureuses qui fleurirent peu et tard en octobre 1913; ces plantes offraient un très beau développement au début de

(¹) Séance du 1er décembre 1919.

l'été 1914. Les hostilités m'empêchèrent de les suivre; elles furent négligées de 1915 à 1917 et en 1918 seulement j'ai groupé 17 *plantes* très vigoureuses qui font l'objet de cette Note. Il s'agit donc d'hybrides de deuxième génération ayant 6 ans.

Ils peuvent être classés en 5 groupes :

A. 1 *plante* offrant tous les caractères de *L. striata*, vigoureuse, mais de taille moyenne (45^{cm}), donnant une trentaine de tiges dures et cassantes, ramifiées et couvertes d'une multitude de petites (8^{cm} à 11^{cm}) fleurs blanc lilas, striées de violet, à palais à peine teinté de jaune pâle. Elle donne de bonnes graines, même après isolement des fleurs;

B. 7 *plantes* ayant le port de *L. striata*, à tiges plus hautes (60^{cm}), plus touffues, très ramifiées et couvertes de fleurs du type de A, mais lavées de jaune. Grâce aux circonstances météorologiques très favorables de 1919 et au groupement des plantes, les fleurs non isolées nouent pour moitié et donnent des capsules globuleuses (3^{mm} sur 3^{mm}). Les fleurs isolées en sac parcheminé nouent mal, 1 sur 6 en moyenne, mais donnent de bonnes graines. A ce groupe appartient la *variation* α, autostérile, décrite plus loin.

C. 5 *plantes* encore plus vigoureuses que les précédentes (60^{cm} à 80^{cm}), à fleurs plus grandes (10^{mm} à 12^{mm}), striées de violet sur un fond blanc jaunâtre; les lobes de la lèvre supérieure des corolles, relevés, laissent voir une gorge fortement teintée de jaune. Toutes les grappes isolées en sac sont stériles; les fleurs visitées par les insectes, surtout en septembre, donnent de rares fruits (2 pour 10 fleurs en moyenne) atteignant 4^{mm} de haut, renfermant quelques bonnes graines anguleuses et arquées. A ce groupe appartient la *variation* β;

D. 2 *plantes* rappelant *L. vulgaris* par la taille (35^{cm}), la forme et le coloris des fleurs (13^{mm}), à fond jaune pâle avec quelques stries violettes fondues (peut-être forme *L. ochroleuca* Brebisson), très peu fertiles, et seulement à l'arrière-saison, par l'action du pollen des plantes du groupe E. A ce groupe appartient la *variation* γ;

E. 2 *plantes* à tiges peu nombreuses, mais fortes et géantes (172^{cm} et 156^{cm}) exigeant des tuteurs, à longues grappes composées d'épis très lâches de fleurs grandes (13^{mm}-15^{mm}) à corolles jaune assez vif striées de violet pâle et peu apparent (peut-être forme *L. ambigua* Boullu). Peu fécondes au début de l'été, elles donnent, à l'automne, même isolées, des fruits gros, épais (6^{mm} sur 4,5) remplis de bonnes graines du type de *L. striata*.

Les épreuves de fécondation de *Linaria vulgaris* castré, avec le pollen des hybrides F_2, ont donné des résultats médiocres avec A, excellents avec E, nuls avec les autres groupes.

Il est temps de décrire les variations, fécondes après entre-croisement avec des plantes de leur groupe, qui sont des *hybridmutations* au sens propre même du mot :

Variation α. — En 1918 et tout le long de l'été 1919, cette plante a donné des fleurs pourvues d'*appendices catacorollaires*. A la base des

sépales inférieurs, de part et d'autre de l'éperon, se développent des languettes ciliées, étalées en spatule, pétaloïdes, blanches avec de légères stries violettes ; elles naissent de bonne heure, dès la différenciation de la corolle dans le bouton, et participent à sa croissance ; toujours symétriquement placées, bien qu'il arrive que l'une d'elles soit avortée, elles donnent à la fleur de Linaire l'allure de certaines fleurs d'*Orchis*. Penzig (*Pflanzenteratologie*, II, 1894, p. 197) décrit des appendices analogues chez *L. vulgaris*; ils n'existaient pas sur les parents et je n'ai jamais constaté même une tendance sur les plantes étudiées avec soin des deux stations dont ils proviennent.

Variation β. — Toutes les fleurs de cette plante ont des corolles à gorge entr'ouverte, avec lobes supérieurs triangulaires et redressés, avec filets des étamines inférieures très allongés, portant hors de la corolle les anthères ouvertes, mais vides, d'un blanc nacré qui fait contraste sur la gorge jaunâtre. Cette organisation florale retient l'attention à distance; elle ne paraît pas attirer les insectes butineurs, bien qu'elle fasse naître la suggestion que les fleurs dimorphes de nombreuses Labiées (*Thymus*, *Mentha*, etc.) aient pu apparaître par un processus analogue; ses caractères anormaux n'ont pas été décrits jusqu'ici à ma connaissance.

Variation γ. — Tard à l'automne, après l'action des pluies de fin septembre, sont apparues trois *pélories terminales* à cinq éperons bien marqués qui terminent des pousses offrant les caractères de *fascies*. Cette variation est de l'ordre de celles que j'ai décrites récemment [1] chez l'hybride *Digitalis luteo-purpurea* et confirme les hypothèses de Vuillemin (1912) sur la morphogénèse des pélories de *Linaria*.

En résumé, l'hybridation expérimentale entre lignées sauvages normales de *Linaria vulgaris* et *L. striata* est possible quoique de réussite délicate. En F_1, les hybrides sont uniformes, intermédiaires, avec facies du *striata*; isolés des parents, ils fructifient peu. En F_2, les graines, plus nombreuses, germent mieux, mais donnent naissance à des individus très différents, tous vigoureux et doués d'une longue pérennité. Sur 17 plantes, l'une paraît avoir fait retour complet à *L. striata*; les 16 autres sont manifestement hybrides. Dans le cours de la cinquième année, l'une d'elles fournit des *pélories* sur des rameaux tardifs fasciés; une autre, des corolles pourvues d'appendices catacorollaires; une troisième les déformations cataractéristiques de la dichogamie macrostaminée des Labiées.

---

[1] *Comptes rendus*, t. 169, 1919, p. 481.

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur le concours des arbres pour soutirer de l'eau à l'atmosphère.* Note de M. **Paul Descombes**, présentée par M. Schlœsing.

La nécessité de suppléer, pour une bonne part, au charbon de terre par la houille blanche donnant une grande importance à l'utilisation des eaux météoriques, dont les trois variétés distinctes sont les pluies (comprenant les neiges), les rosées et les brouillards, il y a lieu d'examiner à ce sujet le rôle de l'arbre, ce grand régulateur des eaux, qui en est de plus un fournisseur bien digne d'être pris en considération.

Tant que les recherches météorologiques restèrent orientées vers la lutte contre les inondations, les pluies furent regardées comme l'origine à peu près unique des eaux courantes, l'apport tranquille des rosées et des brouillards ne pouvant provoquer aucun accident. L'appoint de ces condensations occultes semblait d'ailleurs négligeable; les expériences du professeur Houdaille, à Montpellier, montraient, par exemple, que celui des rosées représentait seulement 8^{mm} par an, un centième de la tranche pluviale. Puis, lorsque l'Association centrale pour l'Aménagement des Montagnes ([1]) se proposa d'appliquer le reboisement à renforcer les ressources de la Houille blanche, j'attirai l'attention sur un mode de l'action hydrologique des forêts ([2]) en signalant que les arbres provoquent *sans pluie* une abondante condensation des eaux météoriques, et fis appel à tous pour les recherches à entreprendre dans cet ordre d'idées.

L'enquête ouverte alors fournit d'intéressants renseignements ([3]). En Californie, où il ne pleut pas du début de juin à la fin de septembre, les arbres ruissellent d'humidité et les prairies restent vertes dans leur voisinage, au lieu de roussir comme en terrain découvert (sir Gardner Reed). Le bassin du lac Léman, alimenté par le canton de Vaud boisé à 25 pour 100 et par la Haute-Savoie boisée à 28 pour 100, débite une quantité d'eau supérieure à celle qu'y déversent les pluies ou neiges (Forel). Le réservoir de la Mouche présente un excédent semblable d'écoulement dans la Haute-Marne, où le taux de boisement est de 31 pour 100 (Moissenet).

Plus récemment, le Dr Marloth ayant installé près du Cap de Bonne-Espérance, sur la Montagne de la Table, haute de 1163^{m}, et que recouvre souvent une nappe de brouillard, deux pluviomètres, dont l'un était sur-

---

([1]) Association que j'ai fondée en 1904 à Bordeaux.

([2]) Communication à la Société des Sciences physiques de Bordeaux, 1904.

([3]) *Revue scientifique*, 24 août 1918.

monté d'un faisceau vertical de baguettes et de joncs long de $0^m,30$, recueillit en 56 jours d'expérience $2^m,27$ d'eau au-dessous de cet arbre artificiel, et 126^{mm} — moins du seizième — dans le pluviomètre témoin. La quantité d'eau soutirée dans ces conditions à l'atmosphère par le petit arbre artificiel de $0^m,30$ représente environ quinze fois celle provenant des pluies pendant le même temps.

En citant ce résultat remarquable, publié dans *Transactions of the south african philosophical Society*, vol. 14, p. 49, le D[r] Georges-V. Perez a fait connaître qu'une abondance analogue des condensations occultes se produit aux Canaries, où les Tils (oréodaphné Foetens) entretiennent l'humidité du Monte-Verde, où le feuillage du Garoë, l'arbre saint de l'Ile de Fer, recueillait assez d'eau pour abreuver les habitants de cette île dépourvue de sources; et M. Edward-A. Martin, qu'en Angleterre, dans le Surrey et le Sussex, *les Dew Ponds* sont abondamment alimentés par le brouillard.

De son côté, l'Association centrale pour l'Aménagement des Montagnes a expérimenté en diverses stations et a obtenu notamment les résultats suivants. La quantité de rosée recueillie en 1919 par M. Courty à l'Observatoire de Bordeaux-Floirac, sur un récepteur cylindrique haut de 30^{cm} et revêtu d'un lainage dont la surface extérieure représente environ 4 fois la projection horizontale, fut à peu près le quadruple de la moyenne constatée par M. Houdaille à Montpellier. Le dépôt de rosée croissant avec la surface rayonnante, on peut admettre qu'un récepteur tel qu'un arbre de hauteur moyenne recueille annuellement dans des conditions convenables une quantité de rosée de l'ordre de la tranche pluviale.

D'après l'ensemble des données à ma connaissance, j'ai calculé dans un Mémoire que publiera prochainement la *Société météorologique de France*, le total des eaux atmosphériques déversées ou condensées annuellement sur des terrains diversement revêtus de végétation, appartenant à une zone montagneuse des Pyrénées où la tranche pluviale serait de 1^m, et dont les herbages couvriraient uniformément 40 pour 100. Cet apport total ressort à $1^m,16$ sur un sol complètement déboisé, à $1^m,51$ sur un sol possédant 5 pour 100 de bois et 5 pour 100 de broussailles, à $2^m,97$ sur un sol boisé à 30 pour 100, et à $1^m,62$ sur un sol embroussaillé à 50 pour 100. De sorte que l'apport des eaux atmosphériques au sol dénudé serait augmenté de 156 pour 100 par le boisement normal et de 40 pour 100 par l'embroussaillement d'une moitié.

On s'explique ainsi comment le bassin bien boisé de la Pique (Haute-Garonne) débite annuellement au Pont de Labadé 1732000^{m^3} par kilomètre

carré, tandis que le bassin contigu de l'One, très peu boisé, en débite seulement 693000, et le bassin complètement déboisé du Gave d'Ossoue 630000 (¹).

La plupart des bassins montagneux dont la Houille blanche utilise les eaux étant malheureusement déboisés ou peu boisés, cette industrie rencontre pour son installation des conditions défavorables; dans des montagnes suffisamment boisées, elle aurait, avec la même dépense, capté des eaux bien plus abondantes, mis en action des forces motrices bien plus considérables, et obtenu le kilowatt à un prix de revient bien moins élevé.

Il faut donc au plus vite reboiser les montagnes pour accroître les ressources de la Houille blanche. L'Administration des Eaux et Forêts a résolu toutes les difficultés techniques de cette laborieuse opération, à la réalisation de laquelle le Parlement a apporté sa contribution en votant des lois spéciales et celle du 2 juillet 1913 « tendant à favoriser le reboisement ».

Enfin, puisque le reboisement ne peut être instantané et que son effet hydrologique n'est pas immédiat, il y a lieu de retenir la leçon qui se dégage des expériences que l'Association centrale pour l'Aménagement des Montagnes a effectuées sur ses terrains d'expériences dans les Pyrénées et les Alpes : il suffit d'évincer pendant cinq ans les chèvres et les moutons étrangers, avec une dépense totale de 5^{fr} par hectare, pour faire reparaître des bois insoupçonnés et pour embroussailler jusqu'aux rochers, sans privation ni gêne pour les habitants et leurs troupeaux. On dispose ainsi d'éléments dès maintenant préparés pour augmenter rapidement les ressources de la Houille blanche et leur apporter ensuite par le reboisement un accroissement encore plus considérable.

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur le rôle du fer dans la casse bleue des vins.* Note de M. **André Piédallu**, présentée par M. L. Maquenne.

J'ai eu l'occasion, au cours de ces derniers mois, d'examiner un certain nombre de vins ayant voyagé dans des wagons-foudres en tôle de fer, attaquable par les vins, toujours acides.

Tous ces vins présentaient les mêmes caractères *de la casse bleue*, ici véritable casse synthétique.

D'abord clairs, ils se troublent à l'air et déposent leurs matières colo-

---

(¹) Service d'Études des grandes forces hydrauliques. Région du Sud-Ouest.

rantes sur les parois et au fond des bouteilles, en même temps qu'ils se recouvrent d'un voile irisé en surface.

La constance de ce défaut m'en a fait rechercher la cause.

Le dépôt gris bleuté a le caractère des laques obtenues avec certaines matières colorantes végétales, mises en présence des sels de fer. La teinte gris perle des gants est obtenue avec le sanguin (vin de baies de troène) tourné au fer. La matière colorante du Sorgho m'a aussi donné une réaction analogue ([1]).

Les cendres de ces vins sont rouges et dénotent une forte teneur en fer. En effet, l'analyse montre qu'ils contiennent jusqu'à environ $0^{gr},50$ de fer par litre. Les cendres du dépôt sont plus riches encore, le dépôt donne environ dix fois plus de fer que le vin clair, mais alors que le fer est à l'état ferreux dans le vin clair, il est à l'état ferrique dans le dépôt.

Or on sait que le fer à l'état ferreux ne précipite pas les matières colorantes des vins, alors que celles-ci sont précipitées par le fer à l'état ferrique et que les sels ferreux se transforment spontanément en sels ferriques sous l'action de l'oxygène de l'air.

L'eau oxygénée, ajoutée au vin, produit immédiatement le précipité gris bleuté caractéristique.

Lagatu ([2]) a signalé le rôle du fer dans la casse bleue. Je n'ai pas voulu laisser passer ces observations, que j'ai pu faire ces temps derniers, sans les signaler. Elles viennent à l'appui de la théorie de Lagatu, qui dit que la casse bleue peut parfaitement se produire sans l'intervention des diastases, sans d'ailleurs nier l'existence de celles-ci. L'oxydabilité des sels ferreux à l'air suffit à expliquer le phénomène.

Pratiquement, pour empêcher les vins riches en fer de casser, il suffit de les maintenir en milieu réducteur, en les soutirant simplement dans des fûts bien méchés. Mais il est toujours préférable d'éviter de se servir de récipients en fer non protégé pour manipuler ou conserver les vins.

En résumé, mes observations portant sur une dizaine de wagons-foudres en fer non protégé prouvent, jusqu'ici, que tous les vins ayant voyagé dans ces wagons cassent, que les vins atteints de casse bleue se dépouillent du fer par oxydation; qu'il suffit, pour conserver leurs qualités marchandes, de les mettre en milieu réducteur, et qu'il vaut toujours mieux, comme on le sait déjà, éviter de mettre les vins en présence du fer.

([1]) *Comptes rendus*, t. 167, 1918, p. 345.

([2]) *Comptes rendus*, t. 164, 1897, p. 1461.

BIOLOGIE. — *Hermaphroditisme et Scissiparité.*
Note [1] de Mlle **Lucienne Dehorne.**

Les faits d'hermaphroditisme et de protérandrie chez les Polychètes ne sont pas nouveaux : la liste des Polychètes hermaphrodites dressée par Johnson, en 1908, ne compte pas moins de 17 espèces; nous avons la certitude que ce nombre est plus grand : la liste s'allongera à mesure que l'on connaîtra mieux les cycles évolutifs de ces annélides; quant à la protérandrie, qui est la règle chez les Oligochètes naïdimorphes, elle a été constatée chez les *Salmacina Dysteri* (Malaquin), *Myzostoma pulvinar* (Wheeler), *Ophryotrocha puerilis* (Korschelt) et *Dodecaceria concharum* (Monticelli); à ces espèces, il faut ajouter aujourd'hui la *Myrianida pinnigera*. Remarquons, dès à présent, qu'en dehors des traits communs à l'anatomie des deux groupes annélidiens, Oligochètes et Polychètes, il existe aussi deux caractères biologiques communs, sur la constance desquels il importe d'attirer l'attention : d'une part, la multiplication par bourgeonnement, d'autre part, l'hermaphroditisme. A cet effet, je rappelle que des Polychètes hermaphrodites, appartenant aux genres *Filograna*, *Salmacina*, *Spirorbis*, *Amphiglena*, sont capables de se multiplier asexuellement et le font d'une manière presque permanente, comme les Oligochètes naïdimorphes. Les faits, que nous allons signaler chez la Myrianide, sont du même ordre.

L'intensité de la multiplication asexuelle, généralement plus faible chez les Syllidiens que chez les Oligochètes scissipares, se montre cependant remarquable chez la Myrianide. On sait que les chaînes stolonifères de ce Polychète sont unisexuées; mais les souches ♂ et ♀, qui produisent des bourgeons, dont le dimorphisme est si net, présentent ce fait singulier de ne se différencier les unes des autres par aucun caractère morphologique; de même, le comportement de ces individus stolonifères, de sexe pourtant différent, est le même. En dépit de cette uniformité, les souches ♂ et ♀ offrent quelques caractères biologiques particuliers : le plus notoire est le nombre considérable de stolons formés par les souches ♂ (10 à 30; chez les ♀, ce nombre est rarement supérieur à 5); ces faits s'accordent avec ce que l'on sait de l'organisation de l'appareil reproducteur chez la plupart des Invertébrés, cette organisation est telle qu'en définitive les spermatogonies sont toujours plus nombreuses et se divisent plus activement que

---

(1) Séance du 1er décembre 1919.

les orogonies, mais ils révèlent aussi chez les Myrianides ♂ un pouvoir de bourgeonnement si notablement supérieur à celui des Myrianides ♀ qu'il est sans conteste l'expression d'un métabolisme plus actif. En particulier cette intensité du bourgeonnement rappelle l'accroissement que prend la multiplication asexuelle chez les animaux habituellement scissipares, lorsqu'ils trouvent des conditions nutritives meilleures. Un autre caractère remarquable est le suivant : les individus stolonifères ♂ ont la gracilité, les tissus transparents, les néphridies claires et imprécises de jeunes Myrianides; les souches ♀, toujours plus fortes, sont constituées par des segments offrant l'épaisseur et l'opacité des segments âgés. L'ensemble de ces constatations conduisait nécessairement à rechercher le ou les facteurs qui déterminent le sexe de la Myrianide.

Tout d'abord, les conditions dans lesquelles on la récolte à Roscoff, à toutes les étapes de son évolution, m'obligèrent à négliger les facteurs habituellement envisagés dans le déterminisme du sexe. Par contre, son abondance, s'étant montrée suffisamment durable, me permit de suivre de mois en mois l'évolution de l'espèce et d'assister à l'apparition et au déclin de la reproduction sexuelle (mars-octobre). Lorsqu'on recueille des Myrianides au début de la saison reproductrice, on est frappé de la rareté des chaînes ♂ en regard du nombre déjà très élevé des chaînes ♀; mais on trouve surtout des individus frêles, non encore scissipares. A mesure que s'avance la saison, le nombre des chaînes ♂ s'accroît tandis que décroît celui des individus non stolonifères. Puis le nombre des chaînes ♂ devient plus élevé; enfin au début de l'automne ce sont, au contraire, les chaînes ♀ qui dominent. Mais, plus que toute autre, cette observation est suggestive : le nombre des stolons se trouve réduit dans les chaînes ♂ recueillies à cette époque; de plus, les individus stolonifères de ces chaînes sont plus robustes que ne le sont les souches ♂ : il s'agit de Myrianides qui ont vieilli; en vieillissant, l'annélide ♂ voit donc se réduire sa faculté de bourgeonner. En outre, à cette diminution du bourgeonnement correspond une réduction de la multiplication spermatogoniale, laquelle à tout prendre se ramène également à un bourgeonnement, qui prend le caractère des formations ovogoniales. Ainsi le « vieillissement » de la Myrianide ♂ conduit à une sorte d'intersexualité où apparaît la tendance au sexe ♀.

Ces données permettent de reconstituer le cycle évolutif de la Myrianide : la jeune Myrianide, qui commence à bourgeonner, possède le sexe ♂ et ne forme que des Polybostrichus; mais lorsqu'elle vieillit, elle prend le sexe ♀ et ne bourgeonne plus que des Sacconereis. En d'autres termes, elle est hermaphrodite, protérandre.

En outre, ce *changement de sexualité est corrélatif de l'activité métabolique :* nous savons que l'affaiblissement du pouvoir bourgeonnant est le fait visible d'un amoindrissement du métabolisme, résultant, soit de l'influence de divers facteurs, soit de la sénescence elle-même; dans le premier cas, c'est le milieu externe qui intervient, dans le second cas, c'est le milieu interne. Au contraire l'exaltation de la multiplication asexuelle est particulière aux êtres qui, soit par l'effet d'une amélioration soudaine puis continue des conditions nutritives du milieu, soit par l'activité propre de leurs tissus « jeunes », possèdent un métabolisme plus actif. L'apparition du sexe ♂, correspondant à cet état particulier, est conforme à la notion établie pour un Rotifère du genre *Hydatina :* la production de mâles répond à un état métabolique supérieur, à une croissance et à une reproduction plus grandes.

PHYSIOLOGIE. — *Inanition, température et glycémie.* Note de M. H. **Bierry**, présentée par M. Yves Delage.

Le mammifère et l'oiseau présentent une constante physiologique remarquable : *la constante thermique* ou *degré de la température centrale* qui, pour chaque espèce, a une valeur invariable. Des mécanismes régulateurs en assurent la fixité en proportionnant la production de chaleur aux pertes subies par l'organisme.

L'homéotherme présente également une autre constante physiologique : *la glycémie physiologique*, exprimée par la quantité de sucre libre dans le sang ou mieux dans le plasma artériel. Ici encore des mécanismes régulateurs, dont l'ensemble constitue la fonction glycogénique, assurent la fixité de cette glycémie en proportionnant la production du sucre à la dépense. Chaque homéotherme présente donc, dans les conditions normales, une constante glycémique.

Il existe une première relation entre ces deux paramètres caractéristiques : le niveau glycémique, chez divers homéothermes, varie dans le même sens que le niveau thermométrique (H. Bierry et L. Fandard). Exemple :

	Température centrale.	Glycémie physiologique.
Poule	42°	2g,30 sucre libre pour 1000
Chien	39°	1g,30 » »

Conserver son niveau thermométrique constitue pour l'animal supérieur

le premier des besoins. Le caractère impérieux de ce besoin est particulièrement frappant dans l'état de jeûne, on voit alors l'homéotherme « se brûler lui-même » plutôt que de laisser baisser sa température. Il y a là un moyen de forcer les mécanismes régulateurs, de les obliger à devenir apparents.

Chez l'animal, à l'inanition, on admet que les réserves sucrées et grasses [1] disparaissent successivement. A la période ultime enfin, alors que les sources d'albumines transitoires, précisées par Voit et Rubner, ont disparu depuis longtemps, on observe une hausse brusque et considérable de la destruction protéique qui se traduit par une augmentation de l'excrétion azotée.

Que deviennent à la *période agonique* la température centrale et la glycémie physiologique? La température subit une chute brusque et la glycémie également (Chauveau). Nous avons pu, avec L. Fandard, vérifier la baisse du *sucre libre*, et montrer en outre qu'à ce moment même le taux du *sucre protéidique* est considérablement augmenté dans le sang. On doit s'attendre, en effet, à ce que les perturbations du métabolisme tout entier [2] (les dégradations des protéiques, des sucres et des graisses constituent des phénomènes simultanés donnant lieu à des corps réagissant les uns sur les autres) aient un retentissement sur le « milieu intérieur » où les formations et les destructions s'équilibrent. De plus, si l'organisme pour le jeu intime de ses fonctions ne peut utiliser que le glucose, il devra, pour parer à toute éventualité, mobiliser parfois *brusquement toutes ses réserves sucrées* [3]. En particulier, si le sucre protéidique est, comme nous le soutenons, une *deuxième forme de réserve* de la matière sucrée (réserve qui avait échappé à Cl. Bernard) et le terme de passage entre les protéines et le glucose, ce sucre doit augmenter dans certains cas, et surtout quand le glycogène a disparu et que le sucre libre tend à baisser. C'est ce que l'expérience vérifie chez le chien à la diète hydrique :

---

(1) La disparition du glycogène n'est pas aussi rapide qu'on pourrait croire. Nous avons trouvé chez un chien, au bout de 28 jours de diète hydrique, du glycogène dans le foie ($1^g,48$ pour 100) et les muscles ($0^g,15$ pour 100). A la suite d'intéressantes expériences, E.-F. Terroine a défini ce qu'il fallait entendre par « *réserves grasses* ».

(2) Au cours de l'inanition nous avons constaté la présence plus ou moins marquée de « *corps acétoniques* » dans l'urine. Il reste à préciser la valeur des renseignements que peut fournir, en ce qui concerne l'ordre d'utilisation des réserves, ce procédé d'investigation sur lequel nous avons déjà insisté.

(3) Fait remarquable, on a signalé qu'au moment de la débâcle azotée des ferments protéolytiques apparaissaient brusquement dans le sang.

		Sucre libre pour 1000.	Sucre protéidique pour 1000.
	kg	g	g
Chien	29,400 avant...........	0,80	0,88
	23 après 14 jours...	1,30	0,95
	17,500 après 24 jours...	0,40	1,40

Le glycogène était à l'état de traces dans le foie et les muscles au moment où l'animal a été sacrifié.

Comment relier tous ces phénomènes? Il faut admettre avec Chauveau, Seegen, Rubner, que l'organisme animal ne peut faire servir à ses *besoins physiologiques immédiats* que le *glucose*, et que ce glucose doit être fourni à un niveau convenable de concentration. En d'autres termes, à un niveau thermométrique donné doit correspondre un niveau glycémique adéquat. A l'état normal, la température de chaque homéotherme est ainsi conditionnée, entre autres choses, par un *seuil glycémique*, au-dessous duquel elle ne peut être maintenue.

PHYSIOLOGIE. — *Action de l'ouabaïne et de la strophantine sur la sécrétion salivaire et mécanisme de cette action.* Note de M. **A. Richaud**, présentée par M. Charles Richet.

Au cours d'une étude de Pharmacodynamie comparée entre la strophantine et l'ouabaïne, nous avons été conduit à observer un effet de ces substances qui, jusqu'ici, était demeuré à peu près inaperçu, bien que des plus nets, et qui consiste dans l'action qu'elles exercent sur la sécrétion salivaire, et sans doute aussi sur d'autres sécrétions. Disons cependant qu'en remontant aux publications déjà anciennes faites sur le *Strophantus*, nous avons trouvé le phénomène mentionné, mais sans plus, dans un travail de MM. Mairet, Combemale et Grognier [1].

Ces auteurs, dans le but d'étudier l'action des doses thérapeutiques de *Strophantus*, ayant administré à des chiens, par la voie hypodermique, des doses de *Strophantus* (?) variant entre $0^g,000083$ et $0^g,00016$ par kilogramme de poids du corps, avaient noté en ce qui concerne les sécrétions : « Salivation notable dès le début, augmentation du mucus nasal, larmoiement. » Toutefois, dans leur Communication, ils n'insistent pas autrement sur le phénomène et, d'autre part, ils ne précisent pas l'espèce du *Stro-*

---

[1] *Recherches sur l'action physiologique du* Strophantus *et sur le mécanisme de cette action* (*C. R. Soc. Biol.*, 1887).

phantus qu'ils ont employé, pas plus d'ailleurs que la nature de la préparation qu'ils ont expérimentée.

A vrai dire, dans nos premières expériences, le phénomène n'avait pas non plus retenu particulièrement notre attention et nous nous étions borné à le noter sur quelques-uns de nos tracés. Toutefois, par sa répétition d'une part, certaines particularités de son action d'autre part, il devait s'imposer à notre observation. Nous vîmes tout d'abord que pour le faire apparaître il était nécessaire d'injecter d'emblée à l'animal une quantité suffisante de la substance, puis, que son apparition paraissait coïncider avec la phase d'augmentation de pression; enfin que le phénomène devenait parfois plus particulièrement apparent à la phase des troubles respiratoires.

Plusieurs hypothèses se présentaient donc à l'esprit : ou il s'agissait de salive asphyxique, ou d'une action de la substance sur les nerfs sécrétoires, ou enfin, d'une hypersécrétion liée à l'augmentation même de la pression sanguine.

En introduisant une canule dans le canal de Wharton, nous vîmes tout d'abord que l'hypersécrétion de la glande n'était arrêtée ni par la section de la corde du tympan, ni par celle du sympathique, tout au moins pendant tout le temps que la pression restait suffisamment élevée, mais que lorsque après la section de la corde la pression tombait brusquement, immédiatement l'hypersécrétion s'arrêtait. Il convenait néanmoins d'analyser le phénomène de plus près, et c'est ce que nous avons pu faire au moyen de l'expérience suivante :

Sur un chien chloralosé (fox blanc, 9^{kg}), on introduit une canule dans le canal de Wharton droit et une canule dans le canal de Wharthon gauche. Les canules sont disposées de manière que les gouttes de salive qui s'écouleront éventuellement soient reçues sur les palettes du tambour rhéographe de Gley. D'autre part, on prépare la carotide gauche, qu'on met en relation suivant la technique habituelle avec un manomètre de Marey; enfin on pratique l'énervation de la glande sous-maxillaire droite (corde du tympan et ganglion cervical supérieur). L'animal étant ainsi préparé, on enregistre d'abord la pression et l'on constate qu'au début de l'expérience cette pression est de 15^{cm} à 16^{cm} de mercure. On fait alors une injection intraveineuse de $0^{mg},5$ d'ouabaïne en solution au $\frac{1}{1000}$: la pression s'élève aussitôt à 19^{cm}-20^{cm} de mercure; mais il n'y a ni écoulement salivaire droit, ni écoulement salivaire gauche. On fait alors (3 minutes après la première) une nouvelle injection de 1^{mg} : la pression monte à 22^{cm} et, presque en même temps, la glande sous-maxillaire gauche, non énervée, commence à sécréter. Au bout de quelques instants, la pression se maintenant ou même s'élevant encore (23^{cm} à 24^{cm}), la glande sous-maxillaire droite, *énervée*, sécrète à son tour, et tout aussi activement que la glande gauche, intacte.

Ainsi, la section de la corde du tympan et l'arrachement du ganglion cervical supérieur n'empêchent pas l'action sécrétoire que l'ouabaïne exerce sur la glande sous-maxillaire; la suppression de l'appareil nerveux glandulaire retarde seulement l'apparition du phénomène. Il n'en demeure pas moins nettement établi que ce n'est pas par une action sur le système nerveux glandulaire que l'ouabaïne produit l'hypersécrétion de la glande. Et comme, d'autre part, ainsi que nous l'avions déjà observé au cours d'expériences antérieures, l'écoulement salivaire coïncide avec l'élévation de pression, ou du moins la suit de très près, et que, de plus, la quantité de salive excrétée paraît augmenter en même temps que la pression, on est bien amené à penser à l'hypothèse d'une relation de cause à effet entre les deux phénomènes. Mais on ne saurait s'y arrêter; car, si tel était le mécanisme de l'action hypersécrétoire de l'ouabaïne, on ne comprendrait pas que d'autres substances qui élèvent autant ou plus même que l'ouabaïne la pression sanguine ne manifestent pas en même temps une action glandulaire corrélative. Reste donc l'hypothèse, très probable, d'une action de la substance sur les cellules glandulaires elles-mêmes; mais, pour l'instant, nous ne pouvons que nous en tenir aux faits et enregistrer, d'une part, l'action extrêmement nette de l'ouabaïne sur la sécrétion salivaire, et, d'autre part, l'indépendance de ce phénomène d'avec une action directe sur le système nerveux.

L'ouabaïne agit-elle indistinctement sur tous les appareils glandulaires? Présentement, nous ne saurions répondre à la question ainsi posée. Tout ce que nous pouvons dire à cet égard, c'est que nous l'avons vue provoquer du larmoiement et, parfois, un écoulement nasal très marqué. C'est ainsi que, dans une expérience, nous avons pu, en très peu de temps, recueillir 100^{cm^3} environ d'un liquide louche, contenant des grumeaux, de réaction acide au tournesol.

Ajoutons que l'action glandulaire dont nous venons de parler n'est pas particulière à l'ouabaïne et qu'on la retrouve avec la strophantine, quoique, semble-t-il, à un moindre degré.

PHYSIOLOGIE. — *Adrénaline et quinine, leur antagonisme.* Note de MM. A. Clerc et C. Pezzi, présentée par M. Charles Richet.

Dans une Note récente ([1]), présentée à la Société de Biologie, nous avons mis en évidence l'action remarquablement modératrice de la quinine sur l'ensemble des fonctions qu'on attribue au muscle cardiaque. Nous avons insisté, en particulier, sur la paralysie de l'appareil nerveux accélérateur, démontrée par le fait que, chez un chien suffisamment quininisé, on n'observe plus la tachyarythmie caractéristique, après injection intraveineuse d'une dose de nicotine, qui ordinairement la produit d'une manière élective.

La similitude entre l'action de la nicotine et celle de l'adrénaline nous a fait rechercher s'il n'existerait pas aussi d'antagonisme entre la quinine et cette dernière substance, antagonisme d'autant plus facile à mettre en relief qu'on peut, avec l'adrénaline, par les injections espacées d'une dose identique, obtenir toujours, à coup sûr, les mêmes effets physiologiques.

Dans ce but, nous enregistrions, chez le chien chloralosé, la pression carotidienne, et nous injections dans la saphène une dose d'adrénaline (1^{cm^3} d'une solution à $\frac{1}{20000}$, soit $\frac{1}{20}$ de milligramme) suffisante à produire nettement la réaction cardio-vasculaire caractéristique. Une fois celle-ci terminée, et la pression redevenue normale, nous injections le chlorhydrate de quinine en solution à $\frac{1}{10}$ à une dose variable entre 1^{cg} et 5^{cg} par kilo. On obtient ainsi une chute de pression assez marquée, mais transitoire. Dès que l'équilibre était sensiblement rétabli, nous répétions l'injection d'adrénaline ($\frac{1}{20}$ de milligramme). Dans ces conditions, si la dose de quinine a été au moins de $1^{cg},5$ par kilo, la réaction de l'adrénaline, marquée par la phase des grandes oscillations de pression et de ralentissement cardiaque, est supprimée totalement; seule persiste la réaction hypertensive. Or la période de grandes oscillations et de bradycardie est due à l'excitation exercée par l'adrénaline sur le centre bulbaire du vague. Comme la quinine, à la dose injectée, ne modifie pas sensiblement l'excitabilité du bout périphérique de ce nerf, l'action paralysante de cet alcaloïde ne peut s'exercer que sur le centre bulbaire du pneumogastrique.

Si l'on emploie des doses plus fortes, au moins 4^{cg} par kilo, l'injection

---

([1]) C. Pezzi et A. Clerc, *Action de la quinine sur le cœur* (*C. R. de la Société de Biologie*, t. 82, 1919, p. 1129).

ultérieure d'adrénaline ($\frac{1}{20}$ de milligramme) reste inefficace. Non seulement l'action du vague est supprimée, mais on ne constate plus d'effets sensibles sur la pression artérielle; seul le rythme s'accélère parfois légèrement. Il faut recourir à des doses d'adrénaline au moins doubles ($\frac{1}{10}$ de milligramme) pour obtenir des effets qui d'ailleurs se bornent à une faible élévation de pression. Ces résultats nous conduisent à admettre que l'action dépressive de la quinine sur la fibre cardiaque et sur l'appareil nerveux accélérateur rend nulle l'action renforçante et accélératrice de l'adrénaline.

Restait à voir si l'effet vaso-constricteur était à son tour paralysé; ce qui, *a priori*, paraissait inadmissible, car la quinine aurait aussi le même effet.

L'exploration des réactions vaso-motrices du parenchyme rénal a confirmé cette supposition. Elle nous a montré, d'une part, que la quinine, aux doses considérées, est réellement, bien que légèrement, vaso-constrictive et, d'autre part, qu'elle laisse subsister à peu près intégralement l'action vaso-constrictive de l'adrénaline. Comme pour cette dernière substance, l'action vasculaire de la quinine n'est pas d'origine centrale, mais périphérique, car elle persiste après section du bulbe.

Nous pouvons donc conclure qu'il y a antagonisme entre l'action de la quinine et de l'adrénaline, mais que toutefois l'opposition entre les différents modes d'action de ces deux substances n'est pas absolue.

1° Il y a antagonisme complet dans les cellules du *centre bulbaire du pneumogastrique*, entre l'adrénaline qui l'*excite*, et la quinine qui le *paralyse*.

2° Cette remarque s'applique aussi à l'action *cardiaque; excitante* et *accélératrice* pour l'une, *ralentissante* et *dépressive* pour l'autre.

3° Sur la pression artérielle, même antagonisme : l'une est *hypertensive*, l'autre *hypotensive*. Mais l'adrénaline détermine l'hypertension par une action cardiaque et vasculaire combinées, tandis que la quinine provoque l'hypotension par son action cardiaque dépressive qui l'emporte sur l'*action vaso-constrictive propre aux deux substances*, bien qu'à un degré différent.

Abstraction faite de ce dernier mode d'action qui leur est commun, l'antagonisme entre les deux substances n'en est pas moins remarquable. Si l'adrénaline est un excitant du système nerveux sympathique, il y a lieu d'envisager pour la quinine une action sédative, d'où la possibilité d'applications thérapeutiques nouvelles.

ZOOLOGIE. — *La Symbiose des Fourmis et des chenilles de Lycœna.* Note de M. **Charles Oberthür**, présentée par M. Bouvier.

Jusqu'à ces derniers temps, les entomologistes ignoraient les diverses circonstances de la vie évolutive des *Lycœna arion*, Linné; *alcon*, Hübner; *euphemus*, Hübner, papillons bleus habitant l'Europe tempérée.

On savait seulement qu'au début de sa vie larvaire, *arion* vit sur le *Thymus serpyllum*, *alcon* sur les *Gentianes* et *euphemus* sur la *Sanguisorba officinalis;* mais, après une courte consommation de la fleur des plantes susnommées, la chenille de chacune de ces trois espèces refuse obstinément de continuer à se nourrir du végétal sur lequel la femelle du papillon avait pondu ses œufs. Mon excellent collaborateur Harold Powell et moi, nous avons vu la chenille d'*alcon* mourir de faim à côté de la plante qu'elle dévorait avidement peu de jours auparavant.

En vain, nous lui avons offert toutes les plantes vivant sur la lande bretonne dans le voisinage de la *Gentiana pneumonanthe*, première nourriture de la chenille de *Lycœna alcon;* la chenille a tout refusé.

C'est alors que nous nous sommes inspirés des observations faites à propos de l'espèce voisine *arion*, par le Dr T.-A. Chapman et F.-W. Frohawk [1]. D'après ces entomologistes, la chenille de *L. arion*, abandonnant les touffes de serpolet, se laisse saisir par la fourmi *Myrmica lœvinodis* et transporter dans la fourmilière où la chenille se nourrit aux dépens du couvain des fourmis.

En conséquence, nous avons offert des nymphes de fourmi aux chenilles de *Lycœna alcon* qui restaient encore vivantes, mais affamées, dans nos tubes d'élevage. Nous constatâmes que nos chenilles s'efforçaient, en vain, d'entamer l'enveloppe lisse des nymphes de fourmi et finalement périssaient.

Nous jugeâmes que les chenilles se trouvaient trop affaiblies par le jeûne, pour pouvoir mordre efficacement dans la peau un peu dure et tendue des nymphes de fourmi; mais nous n'abandonnâmes pas l'expérience. Nous cherchâmes de nouvelles chenilles plus jeunes, vivant encore dans l'intérieur des fleurs bleues de gentiane, et au moment où les chenilles cessèrent d'être végétariennes, nous leur offrîmes des nymphes de fourmi; mais, cette fois, nous aidâmes, par un coup de scalpel, à l'effusion du

---

[1] *Trans. ent. Soc. London*, 1915, p. 298-316.

liquide contenu dans la nymphe et nous vîmes aussitôt la chenille sucer la matière qui s'épanchait de la blessure. Pendant deux semaines environ, nous n'avons cessé de nourrir ainsi, à raison de deux repas par jour, la chenille d'*alcon*. Mais il était évident que ce n'était pas la nourriture naturelle de la chenille, puisque nous intervenions avec notre scalpel.

Nous apprîmes bientôt que la véritable nourriture des chenilles d'*alcon* dans les fourmilières où elles passent, renfermées, tout l'automne, l'hiver et le printemps suivant, était la larve même des fourmis.

En juin 1919, nous avons trouvé la chenille d'*alcon* bien vivante dans les fourmilières, sur une lande de Monterfil (Ille-et-Vilaine) où nous avions pris soin, en septembre 1918, de repérer les gentianes, les fourmilières et les chenilles d'*alcon*. D'ailleurs, nous avions eu la chance de voir une fourmi saisir une chenille et la loger dans sa fourmilière. La chrysalide se forma dans la fourmilière et le papillon en est éclos.

Comment est-il possible que les fourmis aillent chercher les chenilles qui doivent dévorer leurs propres larves, les établissent dans leurs nids et semblent les y traiter affectueusement?

Nous sommes portés à penser que les fourmis cèdent à une gourmandise, les chenilles sécrétant une sorte de miel dont les fourmis se montrent très friandes, ainsi que nous l'a démontré l'élevage que nous avons fait *ab ovo usque ad imaginem*, en tubes de verre permettant de tout voir facilement, de la chenille d'une autre espèce de *Lycæna*, *L. armoricana* Oberth. Dans un tube à part, nous entretenions la fourmi à qui la chenille servait de vache à lait. Chaque jour, deux fois, nous introduisions la fourmi dans le tube réservé à la chenille et à la petite touffe d'*Ulex europæus* dont elle se nourrissait. Nous voyions la fourmi téter la chenille qui faisait émerger ses tubes mellifères.

Nous avons pris soin de faire contrôler toutes nos expériences par le D[r] T.-A. Chapman, à qui nous avons envoyé des chenilles vivantes de *Lycæna*. Ses observations furent d'accord avec les nôtres et, en fin juillet 1918, il obtint l'éclosion d'un papillon, *Lycæna alcon*, qui sortit de la fourmilière artificielle où les chenilles, venues de Rennes, avaient été hébergées depuis septembre 1917. Ainsi, les fourmis anglaises se sont immédiatement adaptées à la chenille d'un Lépidoptère qui n'existe plus en Angleterre et que ni elles-mêmes, ni leurs parents n'avaient jamais vue. Est-ce le résultat d'un souvenir ancestral très ancien, la *Lycæna alcon* ayant pu vivre jadis en Angleterre, dont la flore contient des gentianes?

Nous avons voulu étendre à *Lycæna euphemus*, espèce voisine d'*alcon*,

dont j'avais, il y a quelques années, constaté l'existence en Charente, l'étude biologique que M. Powell et moi, nous avons ensemble réalisée à Rennes pour *Lycaena alcon*. Le succès a été complet.

En juillet 1919, M. Powell a trouvé à Mouthiers-sur-Boëme (Charente) un papillon *euphemus* très fraîchement éclos au-dessus d'une fourmilière. Les restes de la chrysalide étaient restés dans la fourmilière. Dès lors la voie était ouverte.

En juillet, la femelle de *L. euphemus* pond ses œufs sur *Sanguisorba officinalis*; la chenille ne tarde pas à éclore et s'enfonce profondément dans la fleur dont elle dévore les organes; bientôt elle sort de cette fleur et se laisse emporter dans les fourmilières par les fourmis qui la saisissent dans leurs mandibules. Elle mange les larves des fourmis, et, durant son repas, au lieu de se courber comme celle d'*alcon*, reste étendue, avec la tête retirée dans le capuchon formé par le prothorax larvaire. L'opération est rapide; sa partie curieuse est le nettoyage de l'intérieur du capuchon qui est soigneusement léché à plusieurs reprises.

Au moment où j'écris ces lignes (4 décembre 1919), les chenilles d'*euphemus*, trouvées en Charente durant les mois d'août et septembre 1919, sont parquées dans des fourmilières artificielles; elles sont bien vivantes, mais difficiles à voir et à étudier; car les fourmis s'alarment au moindre rayon de lumière qui pénètre dans la fourmilière; dans leurs mandibules, elles saisissent les chenilles pour les emporter et parfois si brusquement qu'elles les blessent et les font ainsi mourir, tout en voulant en opérer le sauvetage.

Nous avons le meilleur espoir de voir éclore en juillet 1920 les *Lycæna euphemus* dont les chenilles, d'abord végétariennes, auront vécu pendant environ neuf mois dans l'intimité des fourmis, dévorant leurs larves, mais sécrétant sans doute pour les fourmis une véritable ambroisie, comme celle de *L. armoricana*.

BACTÉRIOLOGIE. — *L'immunité naturelle chez les Insectes. Etude d'un cas d'immunité humorale.* Note [1] de M. **A. Paillot**, présentée par M. P. Marchal.

Au cours de nos recherches sur les maladies microbiennes du Hanneton, pendant la grande invasion de 1919, nous avons isolé un coccobacille nouveau très intéressant par les réactions d'immunité qu'il provoque chez un certain nombre de chenilles de Macrolépidoptères. Par ses propriétés biochimiques, il se rapproche de *B. melolonthæ non liquefaciens* γ, que nous avons trouvé, en 1916, dans le Jura; nous cataloguerons le nouveau coccobacille à la suite de ceux qui ne liquéfient pas la gélatine sous la désignation provisoire de *B. melolonthæ non liquefaciens* ε.

Il ne diffère de l'espèce du Jura que par son action sur les sucres; alors que cette dernière les fait tous énergiquement fermenter, l'autre est sans action sur lactose, saccharose et glycérine.

L'action sur les Insectes est des plus curieuses. Très pathogène pour le Hanneton, le coccobacille est sans action sur les chenilles de *Lymantria dispar*, d'*Euproctis chrysorrhea*, de *Mamestra*, d'*Agrotis*. Nous avons déjà dit [2] que ce microbe provoquait plus sûrement et plus intensément la réaction de caryocinétose, chez ces différentes chenilles, que n'importe quelle autre espèce. Nous sommes en mesure, aujourd'hui, d'expliquer le mécanisme très curieux de cette immunité naturelle. Les nombreuses expériences que nous avons faites peuvent être résumées en une seule dont nous exposerons les détails.

Une chenille adulte de Noctuelle est inoculée, le 19 novembre à 10^h30^m, avec une goutte d'une émulsion concentrée de microbes provenant d'une culture sur gélose âgée de 6 jours; tout le temps de l'expérience, la chenille est maintenue à la température de 25°C. Le sang est examiné un quart d'heure après l'inoculation, puis d'heure en heure jusqu'à 18^h30^m, puis ensuite de quart d'heure en quart d'heure jusqu'à 21^h30^m.

Pendant la première heure, les microbes ne subissent aucun changement apparent, aucune réaction de défense ne se manifeste de la part de la chenille. De la deuxième à la quatrième heure, les microbes se développent acti-

---

(1) Séance du 1er décembre 1919.

(2) *Comptes rendus*, t. 151, 1910, p. 740.

vement, deviennent très mobiles et prennent la forme coccobacillaire typique; l'organisme ne réagit que faiblement, une proportion infime de microbes passe dans le protoplasme de micronucléocytes. A partir de la quatrième heure, on observe un commencement d'altération des microbes, tout au moins d'une partie d'entre eux : quelques-uns se transforment en granules, d'autres s'entourent d'une sorte de capsule fortement colorée en pourpre par le colorant de Hollande (imitation du colorant de Giemsa) à contours très nets et de forme coccobacillaire.

A un stade plus avancé, la capsule paraît diffuser dans le milieu, et l'ensemble microbien apparaît comme une tache informe colorée en rose; les granules continuent de se former pour disparaître ensuite, en grande partie, dans le sang. Pendant ces transformations, les micronucléocytes phagocytent à la fois les microbes intacts, les granules, et, dans une proportion moindre, les microbes capsulés. Vers la huitième heure, l'aspect du sang sur frottis est le suivant : rares microbes libres intacts, quelques granules et microbes capsulés intacts ou déjà plus ou moins altérés; proportion assez élevée de micronucléocytes avec granules, microbes capsulés et microbes normaux intraprotoplasmiques. A $21^h 30^m$, on peut considérer la réaction comme terminée.

Toutes les expériences que nous avons faites peuvent se ramener au type que nous venons de décrire. Lorsque la température d'expérience est inférieure à 25°, la réaction est plus lente. Quand une chenille a subi une première inoculation, la réaction commence aussitôt après la pénétration des microbes; elle est très intense et très rapide; au bout d'une demi-heure à trois quarts d'heure, on peut la considérer comme terminée. Nous avons pu faire sur une seule chenille 8 inoculations successives : la deuxième 4 jours après la première, les autres de jour en jour; toujours la réaction s'est produite dans la première demi-heure. A la fin de l'expérience, les micronucléocytes apparaissaient sensiblement plus volumineux que dans le sang normal, et leurs noyaux semblaient noyés au sein d'une masse énorme de granules intraprotoplasmiques plus ou moins éosinophiles ou basophiles.

Incontestablement, le principal rôle de défense dans l'organisme des chenilles inoculées avec *B. melolonthæ non liquefaciens* ε est joué par une bactériolysine qui n'est pas préformée dans le sang. La phagocytose ne joue ici qu'un rôle très secondaire. Cette bactériolysine est certainement élaborée par d'autres éléments cellulaires que les micronucléocytes, puisque les microbes ou les granules phagocytés par eux échappent à toute action

bactériolytique immédiate et ne sont digérés que très lentement. Elle ne passe pas dans le sang à la suite de la phagolyse des éléments qui la produisent : en effet, la phagolyse se produit au moment de l'injection et la réaction ne commence que plusieurs heures après cette injection. Nous considérons la bactériolysine comme une véritable sécrétion cellulaire dont la cause directe est le microbe inoculé, ou, plutôt, un produit de sécrétion de ce microbe. Nous avons déjà montré qu'un tel produit déterminait chez les macronucléocytes la réaction de caryocinétose. Y a-t-il corrélation entre les deux phénomènes caryocinétose et bactériolyse? Nous ne pouvons donner aucune preuve décisive en faveur de cette hypothèse, mais nous croyons néanmoins devoir considérer les macronucléocytes comme les éléments producteurs de bactériolysine.

La transformation des coccobacilles en granules, rappelle beaucoup le phénomène de Pfeiffer observé sur les cobayes immunisés contre le choléra et inoculés sous le péritoine avec le vibrion cholérique. Les deux réactions diffèrent cependant essentiellement l'une de l'autre ; le phénomène de Pfeiffer ne se manifeste que dans le liquide péritonéal des cobayes bien immunisés, tandis que la réaction que nous avons étudiée se produit d'emblée dans le sang des chenilles par le seul fait de la présence des microbes et sans l'adjonction d'aucune substance immunisante. C'est une une réaction exclusivement humorale où la phagocytose et les phagocytes n'interviennent pour ainsi dire pas, mais qui assure néanmoins aux chenilles inoculées une immunité absolue vis-à-vis de *B. melolonthæ non liquefaciens* ε.

MÉDECINE. — *Démonstration expérimentale du rôle des mouches dans la propagation du trachôme* (*conjonctivite granuleuse*). Note de MM. **Charles Nicolle, A. Cuénod** et **Georges Blanc**, présentée par M. Roux.

Les mouches sont un fléau des régions méditerranéennes. Harcelant sans cesse l'habitant, elles ne lui laissent, dans certaines régions, aucun repos, à moins qu'il n'ait pris soin de protéger sa maison par des toiles métalliques. Or, tandis que l'européen témoigne, vis-à-vis de l'insecte, d'une susceptibilité naturelle, qu'il réagit à son contact et le chasse sitôt qu'il se pose sur lui, l'indigène n'oppose souvent à son persécuteur aucune résistance. Il laisse les mouches l'assaillir sans broncher et c'est un étonnement du voyageur que de voir avec quelle indifférence ces gens supportent les mouches

installées sur les points les plus sensibles de leur face, en particulier à l'angle interne des yeux. Cette impassibilité s'accroît encore pendant le sommeil; nul geste inconscient ne gêne l'agresseur.

Ce spectacle ne semble guère avoir attiré l'attention du médecin sur le rôle possible des mouches dans la prophylaxie des conjonctivites. Il est pourtant à remarquer qu'en Tunisie la saison des mouches (début de l'automne) est celle aussi, où les conjonctivites sont plus nombreuses.

L'une d'entre elles, le trachôme, est sans doute la pire maladie de nos pays; elle y fait beaucoup d'aveugles et un nombre immense d'estropiés de la vue. Il y a des villages de la Régence, où, de son fait, pas un œil n'est normal.

La propagation du trachôme par contagion directe est généralement admise. Des expériences précédentes ont prouvé qu'il suffisait du plus petit traumatisme de la conjonctive pour assurer l'infection. Néanmoins, la contagion directe ne saurait expliquer, ni que toute une population sans exception puisse être frappée, ni que, dans certains milieux aussi malpropres, des cas restent isolés, ni qu'on trouve çà et là des européens atteints, sans qu'un contact avec l'indigène ait pu se produire.

Les expériences qui suivent montrent qu'on doit incriminer la mouche. Nous les avons réalisées sur le magot d'Algérie (*macacus innuus*), espèce commune, cependant difficile à se procurer, et dont nous devons les exemplaires utilisés à l'obligeante intervention de Mme Flandin. Le magot contracte, à la suite des inoculations, une conjonctivite granuleuse du type humain, remarquable par la rapidité de son évolution, qui aboutit à la guérison en deux mois. Cette infection bénigne est cependant le trachôme; un passage du magot à un aveugle l'a prouvé.

Expérience I. — Sept mouches domestiques, placées dans des tubes individuels, sont portées au voisinage d'une goutte de produits trachomateux humains, frais et délayés dans un peu d'eau. Elles y souillent pattes et trompes, mais de façon légère. Retirées des tubes après 3 heures, elles sont mises dans une cage commune, puis sacrifiées 24 heures plus tard. Têtes et pattes, coupées aux ciseaux, sont broyées dans un peu d'eau physiologique et inoculées aux quatre paupières d'un magot (scarifications d'un côté, injection intra-muqueuse de l'autre). Ce singe a présenté, après une incubation de 15 jours, un trachôme classique qui a duré plus d'un mois.

Expérience II. — Pratiquée de même, avec cette différence que le produit trachomateux avait été recueilli 6 heures avant la contamination des 7 mouches. Même

résultat; incubation plus longue (une vingtaine de jours); infection moins intense, mais du type classique.

Cette conservation du virus trachomateux par des mouches après une souillure superficielle est un fait important; il indique un temps déjà long, pendant lequel le transport par l'insecte est possible. L'importance en est d'autre part singulièrement soulignée par les résultats négatifs que nous ont donnés deux expériences analogues pratiquées avec le virus de la conjonctivite la plus contagieuse, la conjonctivite aigüe. Contaminés très largement par des larmes, où la présence du bacille de Weeks avait été constatée, deux lots de 13 et 15 mouches n'ont pu, 24 heures plus tard, transmettre l'infection à deux personnes (1). Ces résultats trouvent leur explication dans la fragilité du bacille de Weeks, contrastant avec la résistance du virus trachomateux, déjà prouvée par nos travaux précédents (sept jours au moins de conservation à la glacière).

Conclusions. — 1° La mouche, qui a touché un œil trachomateux, est capable de transmettre l'infection pendant un délai de 24 heures au moins.

2° Le résultat est le même si le produit virulent a été conservé 6 heures (cas de linges souillés).

3° Dans les mêmes conditions et les mêmes délais la mouche est incapable de transmettre la conjonctivite aigüe.

4° Sans nier la part de la contagion directe, il y a lieu d'attribuer à la mouche un rôle important dans la propagation du trachôme. Ce rôle peut seul expliquer l'intensité de certains foyers, la fréquence de la maladie sur la race indigène et l'éclosion de cas à distance. La prophylaxie du trachôme trouvera dans nos expériences des indications utiles. Il y a lieu de préconiser déjà le grillage par toiles métalliques des salles d'hôpital où sont soignés les trachomateux, et la destruction systématique des mouches.

A 17 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

(1) Nous avons pu reconnaître, au cours de nos expériences, l'immunité naturelle du magot vis-à-vis du bacille de Weeks.

COMITÉ SECRET.

La Commission chargée de présenter une liste de candidats à la cinquième place de la Division des Applications de la Science à l'Industrie, présente, par l'organe de M. le Président, la liste suivante :

En première ligne	M. **Louis Lumière**
En deuxième ligne	M. **Charles Rabut**
En troisième ligne, ex æquo et par ordre alphabétique	MM. **Bertrand de Fontviolant** **Léon Guillet** **Maxime Laubeuf** **Maurice Prud'homme**

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 18 heures.

É. P.

ERRATA.

—

(Séance du 10 novembre 1919.)

Note de M. *E. Bompiani*, Surfaces de translation et surfaces minima dans les espaces courbes :

Page 841, formule (2), *au lieu de* $d\,\delta x_5$, *lire* $d\,\delta x_1$.

Page 842, première formule, *au lieu de*

$$x_i^{11} + \Sigma_{kl}\begin{bmatrix} kl \\ \nu \end{bmatrix} x_l^{10}\, x_k^{01},$$

lire

$$x_i^{11} + \Sigma_{kl}\begin{Bmatrix} kl \\ \nu \end{Bmatrix} x_l^{10}\, x_k^{01}.$$

(Séance du 1er décembre 1919.)

Note de M. *Charles Moureu*, Présentation à l'Académie d'une étude intitulée « Lavoisier et ses continuateurs » :

Page 1014, ligne 11 en remontant, *au lieu de* de découvertes antérieures, *lire* de découvertes antérieures.

Note de M. *G. Sagnac*, Le problème de la comparaison directe des deux vitesses simultanées de propagation et de la révélation de la translation de la Terre :

Page 1028, ligne 3, *au lieu de* la même vitesse C que les ondes à des distances R_1, *lire* la même vitesse C, les ondes se reproduisent à des distances pR_1.

Page 1029, ligne 5, *au lieu de* la valeur RE_0 qui serait réalisée, *lire* l'ondulation totale qui serait réalisée.

Note de M. *Charles Staeling*, Sur la radioactivité de l'uranium :

Page 1037, ligne 2 du tableau, *au lieu de* 6 nov. 1914, *lire* 6 nov. 1919.